e teremos, visto que em relação à carga vertical só mudam de valor os integrais do 2.º membro,

$$\begin{cases} l\,M_e + \frac{l^2}{2}\,V_e - \frac{2\,f\,l}{3}\,H_e = P\,I_o \int_a^l y\,ds - \frac{4\,P\,f}{l^2}\,a\,b\,I_o \int_a^l ds \\ \frac{2\,f\,l}{3}\,M_e + \frac{f\,l^2}{3}\,V_e - \frac{8\,f^2}{15}\,H_e = P\,I_o \int_a^l y^2\,ds - \frac{4\,P\,f}{l^2}\,a\,b\,I_o \int_a^b y\,ds \\ \frac{l^2}{2}\,M_e + \frac{l^3}{3}\,V_e - \frac{f\,l^2}{3}\,H_e = P\,I_o \int_a^l y\,x\,ds - \frac{4\,p\,f}{l^2}\,a\,b\,I_o \int_a^b x\,ds \end{cases}$$

$$\text{donde} \begin{cases} 6\,M_e + 3\,l\,V_e - 4\,f\,H_e = \frac{4\,p\,f}{l^3}\,b^2\,(b - 3\,a) \\ 10\,M_e + 5\,l\,V_e - 8\,f\,H_e = \frac{8\,P\,f}{l^5}\,b^3\,(b^2 - 5\,a^2) \\ 3\,M_e + 2\,l\,V_e - 2\,f\,H_e = \frac{2\,P\,f}{l^4}\,b^2\,(b^2 - 6\,a^2 - 2\,a\,b) \end{cases}$$

cuja solução é

$$\begin{cases} M_e = -2\,p\,f \left(\frac{a}{l}\right)\left(\frac{b}{l}\right)^2 \left[3\left(\frac{a}{l}\right)^2 - 3\left(\frac{a}{l}\right)\left(\frac{b}{l}\right) + 2\left(\frac{b}{l}\right)^2\right] \\ H_e = -P\,\frac{b}{l}\left[15\left(\frac{a}{l}\right)^3 \frac{b}{l} - 5\left(\frac{a}{l}\right)^2\left(\frac{b}{l}\right)^2 + 5\,\frac{a}{l}\left(\frac{b}{l}\right)^3 + \left(\frac{b}{l}\right)^4\right] \\ V_e = -12\,P\,\frac{f}{l}\left(\frac{a}{l}\right)^2\left(\frac{b}{l}\right)^2 \end{cases}$$

sendo para o apoio direito

$$\begin{cases} M_d = 2\,P\,f\left(\frac{a}{l}\right)^2\left(\frac{b}{l}\right)\left[3\left(\frac{b}{l}\right)^2 - 3\left(\frac{a}{l}\right)\left(\frac{b}{l}\right) + 2\left(\frac{a}{l}\right)^2\right] \\ H_d = P + H_e \\ V_d = -V_e \end{cases}$$

e) Actuação de uma carga uniformemente distribuída p vertical
Teremos agora (fig. 16)

$$\text{entre } x = 0 \text{ e } x = a \begin{cases} M = M_e + V_e\,x - h\,y - \frac{p\,x^2}{2} \\ N = V_e \cos\varphi + H_e \operatorname{sen}\varphi - p\,x \operatorname{sen}\varphi \end{cases}$$

$$\text{e entre } x = a \text{ e } x = l \begin{cases} M = M_e + V_e\,x - H_e\,y - p\,a\left(x - \frac{a}{2}\right) \\ N = V_e \cos\varphi + H_e \operatorname{sen}\varphi - p\,a \operatorname{sen}\varphi \end{cases}$$

e podemos escrever

$$\begin{cases} l\,M_e + \frac{l^2}{2} V_e - \frac{2\,f\,l}{3} H_e = I_o \int_o^a \frac{p\,x^2}{2}\,ds + I_o \int_a^l p\,a \left(x - \frac{a}{2}\right) ds \\ \frac{2\,l\,f}{3} M_e + \frac{f\,l^2}{3} V_e - \frac{8\,f^2}{15} H_e = I_o \int_o^a \frac{p\,x^2\,y}{2}\,ds + I_o \int_a^l p\,a \left(x - \frac{a}{2}\right) y\,ds \\ \frac{l^2}{2} M_e + \frac{l^3}{3} V_e - \frac{f\,l^2}{3} H_e = I_o \int_o^a \frac{p\,x^3}{2}\,ds + I_o \int_a^l p\,a \left(x - \frac{a}{2}\right) x\,ds \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} 6\,M_e + 3\,l\,V_e - 4\,f\,H_e = \frac{p\,a}{l}\,(a^2 + 3\,b^2 + 3\,a\,b) \\ 10\,M_e + 5\,l\,V_e - 8\,f\,H_e = \frac{p\,a}{2\,l^3}\,(10\,b^4 + 3\,a^4 + 15\,a^3\,b + 30\,a\,b^3 + 30\,a^2\,b^2) \\ 3\,M_e + 2\,l\,V_e - 2\,f\,H_e = \frac{p\,a}{4\,l^2}\,(3\,a^2 + 8\,b^3 + 18\,a\,b^2 + 12\,a^2\,b) \end{cases}$$

donde se tira

$$\begin{cases} M_e = -\frac{p\,a^2\,b^3}{2\,l^3} \\ H_e = \frac{p\,a^3}{8\,f\,l}\left[\left(\frac{a}{l}\right)^2 + 10\left(\frac{b}{l}\right)^2 + 5\left(\frac{a}{l}\right)\left(\frac{b}{l}\right)\right] = \frac{p\,a^3}{8\,f\,l}\left[10 + 6\left(\frac{a}{l}\right)^2 - 15\,\frac{a}{l}\right] \\ V_e = \frac{p\,a}{2}\left[\left(\frac{a}{l}\right)^3 + 2\left(\frac{b}{l}\right)^3 + 6\left(\frac{a}{l}\right)\left(\frac{b}{l}\right)^2 + 4\left(\frac{a}{l}\right)^2\left(\frac{b}{l}\right)\right] = \frac{p\,a}{2}\left[2 - 2\left(\frac{a}{l}\right)^2 + \left(\frac{a}{l}\right)^3\right] \end{cases}$$

sendo

$$\begin{cases} M_d = +\frac{p\,a^3\,b^2}{2\,l^3} \\ H_d = H_e \\ V_d = p\,a - V_e \end{cases}$$

No caso da carga ocupar 1/2 vão $\left(a = b = \frac{l}{2}\right)$

vem

$$\begin{cases} M_e = -\frac{p\,l^2}{64} \\ H_e = \frac{p\,l^2}{16\,f} \\ V_e = 0{,}406\,p\,l \end{cases} \qquad \begin{cases} M_d = +\frac{p\,l^2}{64} \\ H_d = \frac{p\,l^2}{16\,f} \\ V_d = 0{,}094\,p\,l \end{cases}$$

e se ocupar todo o vão ($a = l$, $b = o$) teremos

$$\begin{cases} M_e = M_d = o \\ H_e = H_d = \dfrac{p\,l^2}{8\,f} \\ V_e = V_d = \dfrac{p\,l}{2} \end{cases}$$

Em qualquer secção do arco,

$$M = o + \frac{p\,l}{2}\,x - \frac{p\,l^2}{8\,f} \cdot \frac{4\,f}{l^2}\left(l\,x - x^2\right) - \frac{p\,x^2}{2} = o$$

o que indica que a directriz do arco coincide com a linha das pressões para a carga uniformemente distribuída completa

f) Deslocamento horizontal — Δ_x do apoio esquerdo

Aplicando o sistema (4) fazendo $\theta = 0$ e $\Delta_y = 0$

para

$$\begin{cases} M = M_e + V_e\,x - H_e\,y \\ N = V_e \operatorname{sen} \varphi + H_e \cos \varphi \end{cases}$$

vem, atendendo aos valores já calculados,

$$\begin{cases} l\,M_e + \dfrac{l^2}{2}\,V_e - \dfrac{2\,f\,l}{3}\,H_e = 0 \\ \dfrac{2\,l\,f}{3}\,M_e + \dfrac{f\,l^2}{3}\,V_e - \dfrac{8\,f^2}{15}\,H_e = E\,I_o\,\Delta\,x \\ \dfrac{l^2}{2}\,M_e + \dfrac{l^3}{3}\,V_e - \dfrac{f\,l^2}{3}\,H_e = 0 \end{cases}$$

donde

$$\begin{cases} 6\,M_e + 3\,l\,V_e - 4\,f\,H_e = 0 \\ 10 \cdot M_e + 5\,l\,V_e - 8\,f\,H_e = \dfrac{15\,E\,I_o}{f\,l}\,\Delta_x \\ 3\,M_e + 2\,l\,V_e - 2\,f\,H_e = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} M_e = -\dfrac{15}{2}\,\dfrac{E\,I_o}{f\,l}\,\Delta_x \\ H_e = -\dfrac{45}{4}\,\dfrac{E\,I_o}{f^2\,l}\,\Delta_x \\ V_e = 0 \end{cases}$$

Substituindo os valores obtidos na expressão de M, para $x = l$ e $y = 0$ obtemos M_d e teremos

$$M_d = -\frac{15}{2}\,\frac{E\,I_o}{f\,l}\,\Delta_x$$

g) Deslocamento vertical — Δ_y do apoio esquerdo.

Anàlogamente ao caso anterior, fazendo $\theta = 0$ $\Delta_x = 0$ para os mesmos valores de M e N

$$\begin{cases} M = M_e + V_e\,x - H_e\,y \\ N = V_e \operatorname{sen} \varphi + H_e \cos \varphi \end{cases}$$

teremos

$$\begin{cases} 6\,M_e + 3\,l\,V_e - 4\,f\,H_e = 0 \\ 10\,M_e + 5\,l\,V_e - 8\,f\,H_e = 0 \\ 3\,M_e + 2\,l\,V_e - 2\,f\,H_e = -\dfrac{6\,E\,I_o}{l^2}\,\Delta\,y \end{cases} \qquad \begin{cases} M_e = \dfrac{6\,E\,I_o}{l^2}\,\Delta\,y \\ H_e = 0 \\ V_e = -\dfrac{12\,E\,I_o}{l^3}\,\Delta\,y \end{cases}$$

$$M_d = -\frac{6\,E\,I_o}{l^2}\,\Delta\,y$$

h) Determinação da rigidez e do coeficiente de transmissão.

Recorre-se ainda ao sistema (4) fazendo $\Delta_x = \Delta_y = 0$ para

$$\begin{cases} M = M_e + V_e\,x - H_e\,y \\ N = V_e \operatorname{sen} \varphi + H_e \cos \varphi \end{cases}$$

Teremos

$$\begin{cases} 6\,M_e + 3\,l\,V_e - 4\,f\,H_e = \dfrac{6\,E\,I_o}{l}\,\theta \\ 10\,M_e + 5\,l\,V_e - 8\,f\,H_e = 0 \\ 3\,M_e + 2\,l\,V_e - 2\,f\,H_e = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} M_e = -\dfrac{9\,E\,I_o}{l}\,\theta \\ H_e = -\dfrac{15}{2}\,\dfrac{E\,I_o}{f\,l}\,\theta \\ V_e = \dfrac{6\,E\,I_o}{l^2}\,\theta \end{cases}$$

$$M_d = -\frac{3\,E\,I_o}{l}$$

A rigidez será, fazendo $\theta = 1$ no valor absoluto de M_e,

$$k = \frac{9\,E\,I_o}{l}$$

e o coeficiente de transmissão

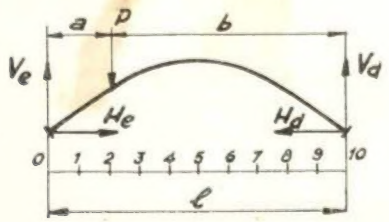
$$\beta = -\frac{M_d}{M_e} = -\frac{1}{3}$$

que, para os arcos, é um valor negativo.

QUADRO IV

Formulário referente ao arco parabólico com $I \cos \varphi = I_o$

Carga concentrada vertical P



$$M_e = -\frac{Pl}{2}\left(\frac{a}{l}\right)\left(\frac{b}{l}\right)^2\left(2-5\frac{a}{l}\right)$$

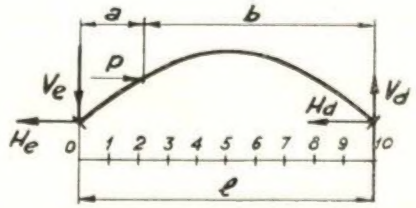
$$M_d = -\frac{Pl}{2}\left(\frac{a}{l}\right)^2\left(\frac{b}{l}\right)\left(2-5\frac{b}{l}\right)$$

$$H_e = H_d = \frac{15}{4}\,\frac{Pl}{f}\left(\frac{a}{l}\right)^2\left(\frac{b}{l}\right)^2$$

$$V_e = P\left(1+2\frac{a}{l}\right)\left(\frac{b}{l}\right)^2$$

$$V_d = P - V_e$$

Carga concentrada horizontal P



$$M_e = -2Pf\left(\frac{a}{l}\right)\left(\frac{b}{l}\right)^2\left[3\left(\frac{a}{l}\right)^2 - 3\left(\frac{a}{l}\right)\left(\frac{b}{l}\right) + 2\left(\frac{b}{l}\right)^2\right]$$

$$M_d = 2Pf\left(\frac{a}{l}\right)^2\left(\frac{b}{l}\right)\left[3\left(\frac{b}{l}\right)^2 - 3\left(\frac{a}{l}\right)\left(\frac{b}{l}\right) + 2\left(\frac{a}{l}\right)^2\right]$$

$$H_e = -P\left(\frac{b}{l}\right)\left[15\left(\frac{a}{l}\right)^3\left(\frac{b}{l}\right) - 5\left(\frac{a}{l}\right)^2\left(\frac{b}{l}\right)^2 + 5\frac{a}{l}\left(\frac{b}{l}\right)^3 + \left(\frac{b}{l}\right)^4\right]$$

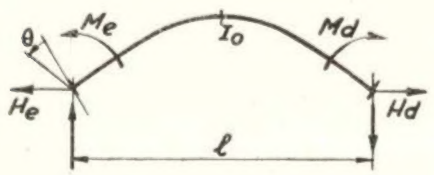
$$H_d = P + H_e$$

$$V_e = -V_d = -12\,P\,\frac{f}{l}\left(\frac{a}{l}\right)^2\left(\frac{b}{l}\right)^2$$

Secção	Valor de a	Valores de M_e	M_d	H_e	V_e	V_d
0	0,0 l	0,0000 Pl	0,0000 Pl	$0{,}0000\frac{Pl}{f}$	1,0000 P	0,0000 P
1	0,1	— 0,0608	0,0112	0,0304	0,9720	0,0280
2	0,2	— 0,0640	0,0320	0,0960	0,8960	0,1040
3	0,3	— 0,0368	0,0472	0,1654	0,7840	0,2160
4	0,4	0,0000	0,0480	0,2160	0,6480	0,3520
5	0,5	0,0312	0,0312	0,2344	0,5000	0,5000
6	0,6	0,0480	0,0000	0,2160	0,3520	0,6480
7	0,7	0,0472	— 0,0368	0,1654	0,2160	0,7840
8	0,8	0,0320	— 0,0640	0,0960	0,1040	0,8960
9	0,9	0,0112	— 0,0608	0,0304	0,0280	0,9720
10	1,0 l	0,0000 Pl	0,0000 Pl	$0{,}0000\frac{Pl}{f}$	0,0000 P	1,0000 P

Secção	Valor de a	Valores de M_e	M_d	H_e	H_d	V_e
0	0,0 l	0,0000 Pf	0,0000 Pf	— 1,0000 P	0,0000 P	$0{,}0000\frac{Pf}{l}$
1	0,1	— 0,2236	0,0392	— 0,8942	0,1058	— 0,0972
2	0,2	— 0,2355	0,0973	— 0,7117	0,2883	— 0,3072
3	0,3	— 0,1823	0,1285	— 0,5723	0,4277	— 0,5292
4	0,4	— 0,1382	0,1306	— 0,5098	0,4902	— 0,6912
5	0,5	— 0,1250	0,1250	— 0,500	0,5000	— 0,7500
6	0,6	— 0,1306	0,1382	— 0,4902	0,5098	— 0,6912
7	0,7	— 0,1285	0,1823	— 0,4277	0,5723	— 0,5292
8	0,8	— 0,0973	0,2355	— 0,2883	0,7117	— 0,3072
9	0,9	— 0,0392	0,2236	— 0,1058	0,8942	— 0,0972
10	1,0 l	0,0000 Pf	0,0000 Pf	0,0000 P	1,0000 P	$0{,}0000\frac{Pf}{l}$

Rotação θ do apoio e



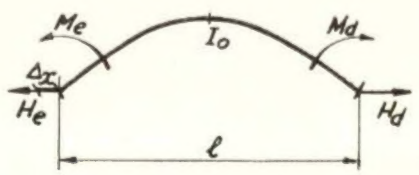
$$M_e = -\frac{9\,E\,I_o}{l}\,\theta \qquad M_d = -\frac{3\,E\,I_o}{l}\,\theta$$

$$H_e = H_d = -\frac{15}{2}\,\frac{E\,I_o}{fl}\,\theta \qquad V_e = -V_d = \frac{6\,E\,I_o}{l^2}\,\theta$$

Rigidez $k = \frac{9\,E\,I_o}{l}$

Coef. transmissão $\beta = -\frac{1}{3}$

Deslocamento horizontal Δ_x do apoio e

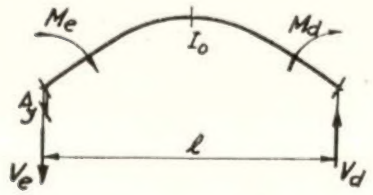


$$M_e = -M_d = -\frac{15}{2}\,\frac{E\,I_o}{fl}\,\Delta_x$$

$$H_e = H_d = -\frac{45}{4}\,\frac{E\,I_o}{f^2 l}\,\Delta_x$$

$$V_e = V_d = 0$$

Deslocamento vertical Δ_x do apoio e



$$M_e = -M_d = \frac{6\,E\,I_o}{l^2}\,\Delta_y$$

$$H_e = H_d = 0$$

$$V_e = -V_d = -\frac{12\,E\,I_o}{l^3}$$

Carga uniformemente distribuída:

Carga p sobre	Valores de M_e	M_d	H_e	V_e	V_d
1/4 do vão	$-\frac{27\,pl^2}{2048}$	$+\frac{9\,pl^2}{2048}$	$\frac{53\,pl^2}{4096\,f}$	0,236 pl	0,014 pl
1/3 do vão	$-\frac{4\,pl^2}{243}$	$+\frac{2\,pl^2}{243}$	$\frac{17\,pl^2}{648\,f}$	0,302 pl	0,031 pl
1/2 vão	$-\frac{pl^2}{64}$	$+\frac{pl^2}{64}$	$\frac{pl^2}{16\,f}$	0,406 pl	0,094 pl
todo o vão	0	0	$\frac{pl^2}{8\,f}$	0,500 pl	0,500 pl

C. D. 535.5:543.79:546.791

Revisão dos Métodos Polarográficos de Dosagem do Urânio

PELA ENG.º QUÍM.-INDUST. (I. S. T.) MARIA TERESA ÁGUAS DA SILVA

(Licenciada em Físico-Química e Bolseira dos C. E. E. N. — do Instituto de Alta Cultura)

A Polarografia é hoje um dos métodos de Análise mais cómodos e eficientes quando utilizada criteriosamente e por mãos experimentadas. Há actualmente um número elevado e crescente de laboratórios que recorre a esta técnica, pois que ela, além de resolver problemas analíticos difíceis de resolver por outros métodos, permite ainda abordar muitas outras questões de Electroquímica.

Dada a sua importância, determinou o Sr. Director do Laboratório de Electroquímica do I. S. T., Ex.mo Sr. Prof. Herculano de Carvalho, que se criasse também neste Laboratório uma secção de polarografia onde se pudesse vir a «formar» um especialista próprio, para o que foi adquirido um polarógrafo «Cambridge» (aparelho de delicada manipulação, dadas as inúmeras comodidades de registo automático que oferece).

Como assistente do mesmo Laboratório, cumpriu-me a mim dar os primeiros passos para aquela realização e, a fim de tratar do assunto com maior rapidez e segurança, procurei no Porto a pessoa do nosso País mais categorizada sobre estes problemas — o especialista português de Polarografia Ex.mo Sr. Doutor Humberto de Almeida que acedeu a receber-me e muito amàvelmente se prestou a dar-me todos os esclarecimentos que precisava sobre o funcionamento daquele aparelho.

Depois de se ter podido instalar o polarógrafo de modo a assegurar trabalho eficiente, a secção de polarografia ficou apta a funcionar e foi em seguida entregue aos cuidados da Sr.ª D. Maria Teresa Águas da Silva, a quem já anteriormente, como aluna do 6.º Ano e de colaboração com a sua colega Sr.ª D. Magda Cabrita, tinha sido confiada a tarefa ingrata do tratamento e enchimento do capilar do polarógrafo.

E já que me foi dado falar sobre este assunto, não posso deixar passar esta oportunidade sem agradecer pùblicamente quer na qualidade de assistente do I. S. T. quer pessoalmente, não só ao Ex.mo Sr. Doutor Humberto de Almeida as suas valiosas e leais explicações, a forma acolhedora e atenciosa como fui recebida nas breves tardes que passei no seu Laboratório do Instituto do Vinho do Porto, enfim o seu trato amabilíssimo, como à Ex.ª Direcção do mesmo Instituto pela forma lhana como permitiu que fosse posto à minha disposição tudo o que me interessava naqueles laboratórios onde o agradável ambiente de trabalho deixa ao visitante e a quem os frequenta, as melhores impressões.

As notas que se seguem correspondem aos primeiros ensaios realizados pela Sr.ª D. Maria Teresa Águas da Silva, que, num espaço de tempo relativamente pequeno, se soube desembaraçar de muitas das inúmeras dificuldades que a técnica experimental da polarografia comporta, trabalhando afincadamente com o maior cuidado e interesse, primeiro como «voluntária» e mais tarde como bolseira dos C.E.E.N.

Este seu primeiro trabalho intitula-se «Revisão de Métodos Polarográficos» e está integrado no plano geral de revisão de métodos de dosagem do Urânio, orientado pelo Ex.mo Sr. Prof. Herculano de Carvalho.

ENG.º ISABEL GAGO
Assistente do I. S. T.

Introdução

Estes ensaios foram realizados com o fim de estudar a técnica polarográfica e de procurar uma adaptação a este processo de trabalho, correspondendo à tentativa de esquematização de dosagens de urânio empregando o polarógrafo.

Não nos alongaremos sobre a parte teórica da questão, que se encontra detalhadamente tratada, por exemplo, no livro «Polarography», de Lingane e Kolthoff [8] e vulgarizada entre nós no excelente trabalho realizado pelo sr. Eng.º H. de Almeida na revista da Ordem dos Engenheiros nos anos de 1946-47. Existem também numerosos artigos sobre polarografia em revistas de química, alguns dos quais vêm citados na presente bibliografia, fundamentalmente aqueles que se referem ao urânio.

À medida que fomos estudando o assunto apareceu-nos bibliografia de grande interesse, que só a meio deste trabalho conseguimos consultar.

Encontrámos citações no «Analytical Chemistry of the Manhattan Project» [2] de uma tese da Universidade de Minnesota feita por W. E. Harris, que nos pareceu ser dos trabalhos mais completos sobre este assunto. Infelizmente até hoje ainda não nos foi possível adquiri-la.

Pelas características de estudo inicial para nós, deste assunto, e pelas dificuldades em encontrar determinados artigos, a questão do trabalho tornou-se por vezes melindrosa, quer na manipulação, quer na escolha das soluções a empregar.

A «polarografia» baseia-se na electrólise de substâncias electroredutíveis ou electrooxidáveis e utiliza a curva da intensidade de corrente em função da tensão aplicada. As curvas «intensidade de corrente-tensão» são obtidas por um aumento gradual da tensão aplicada ao sistema e os valores da intensidade são-nos indicados por um galvanómetro ou por processo análogo. Geralmente mede-se o valor do aumento da corrente durante a vida duma gota.

Não é qualquer curva de polarização que permite o ensaio polarográfico, antes é necessário provocar determinadas condições de electrólise das quais resulte uma curva cujo traçado seja susceptível de interpretação física simples. As condições óptimas são aquelas que correspondem a elevada polarização num dos eléctrodos.

A fim de estabelecer curvas simples de traçar — a mais normal é a da intensidade de corrente em função da tensão aplicada aos eléctrodos — procura-se um dispositivo constituído por dois eléctrodos de superfícies muito diferentes. Convém, evidentemente, ser muito menor a superfície do eléctrodo onde se vão descarregar as substâncias cujo estudo se pretende fazer. Deste modo o segundo eléctrodo pode considerar-se como apresentando potencial pràticamente constante, e portanto as variações de tensão far-se-ão sentir apenas sobre o eléctrodo de menor superfície.

Contudo é ainda necessário, além de outros factores, que a densidade de corrente seja relativamente elevada, de modo a estabelecer junto do eléctrodo acentuada queda de concentração do ião que se descarrega, donde resulta que a corrente passa a ser transportada principalmente por difusão e não por migração (desde que a concentração dos iões estranhos seja elevada), o que conduz ao estabelecimento duma corrente pràticamente constante (corrente limite) e que dentre certos valores é independente da tensão aplicada. Nestas condições, a curva de polarização considerada é constituída — no caso ideal — por dois troços sensìvelmente paralelos ao eixo das tensões, ligados por outro de declive mais ou menos acentuado, como se verifica nalguns dos gráficos aqui incluídos.

Assim iremos obter a polarização duma substância, que se traduz por uma curva em função da intensidade de corrente de difusão e da tensão aplicada. Curva que, no nosso caso, é registada automàticamente.

Uma solução a polarografar compõe-se sempre de uma parte dita «solução fundamental», formada por iões que geralmente não intervêm no processo e que serve de «suporte», e outra constituída pela substância a estudar e que irá provocar a corrente de difusão.

O aumento de intensidade provocado por

um ião que se reduziu ou oxidou, durante a electrólise, é-nos revelado por um salto na curva (subida brusca de intensidade).

É esta intensidade de corrente que vamos ver ser proporcional à concentração da substância polarografada. Há que notar que, com o aumento gradual da tensão, surge no electrólito, antes de se atingir o potencial de decomposição duma dada espécie, uma pequena corrente, dita corrente residual. E assim, para cada espécie iónica, obtém-se o valor absoluto da corrente i_d, descontando à corrente obtida o valor da corrente residual.

O cátodo empregado é o eléctrodo gotejante de mercúrio e o ânodo de potencial constante pode ser um E.S.C, um E.N.C., ou um eléctrodo de platina.

Inicialmente Ilkovic [8] deduziu a seguinte equação teórica da corrente de difusão com eléctrodo gotejante de mercúrio:

$$i_d = 607\, n\, D^{\frac{1}{2}}\, C\, m^{\frac{2}{3}}\, t^{\frac{1}{6}} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

em que são:

i_d — a corrente média de difusão em micro-amperes, durante a vida de uma gota

n — o número de electrões que intervêm no processo

D — o coeficiente de difusão da substância oxidada ou reduzida ($cm^2\ s^{-1}$)

m — a taxa do fluxo de mercúrio do eléctrodo gotejante ($mg\ s^{-1}$)

t — o tempo de duração de uma gota.

Como Ilkovic na dedução desta equação desprezou a curvatura da superfície do eléctrodo, a equação (1) não é rigorosamente válida.

Hoje aceita-se a equação

$$i_d = 607\, n\, D^{\frac{1}{2}}\, C\, m^{\frac{2}{3}}\, t^{\frac{1}{6}} \left(1 + \frac{A\, D^{\frac{1}{2}}\, t^{\frac{1}{2}}}{m^{\frac{1}{3}}}\right) \ldots (2)$$

deduzida independentemente por Lingane e Loveridge [9] e Strehlow e Stackelberg [10], onde já se entra em conta com a curvatura do eléctrodo.

Segundo os primeiros, o valor teórico da constante A é 39, ao passo que os segundos admitem ser 17.

No entanto ambas as equações admitem uma relação linear entre a difusão da corrente e a concentração da substância polarografada, o que aliás se pode considerar o escôpo da polarografia prática e permite realizar dosagens. Outros factores há que influenciam a corrente de difusão, como sejam a temperatura de trabalho, o pH do electrólito, a altura do eléctrodo de mercúrio e a viscosidade da solução.

A partir da curva é ainda possível estudar as características fundamentais da reacção, como sejam o número de electrões que nela intervêm e, em certos casos, determinar uma grandeza a que se dá o nome de potencial de onda média $\left(E_{\frac{1}{2}}\right)$, que é característico do ião para dadas condições. O potencial de onda média é o potencial do eléctrodo gotejante de mercúrio, no ponto da curva intensidade de corrente-tensão, em que a intensidade da corrente i é igual a metade do valor i_d.

Este potencial de onda média que se determina sobre a curva (vide na fig. 8 a sua determinação), é considerado característico para cada ião, qualquer que seja a sua concentração mas depende ainda, para o mesmo ião, da concentração e espécie de substâncias de que é formada a solução fundamental.

Para estabelecer uma relação quantitativa entre o potencial do eléctrodo e a correspondente corrente em cada ponto da onda polarográfica, tem de se considerar separadamente o caso dos iões simples ou complexos.

Ainda dentro de cada um destes casos há várias considerações a fazer:

1.º — redução ao estado metálico dos iões metálicos que são solúveis no mercúrio, formando assim uma amálgama à superfície do eléctrodo gotejante;

2.º — redução ao estado metálico, sendo o metal insolúvel no mercúrio e portanto depositando-se no estado sólido no eléctrodo gotejante;

3.º — redução ou oxidação do ião de um estado de oxidação para outro;

4.° — combinação do 3.° caso com os casos 1.° ou 2.°.

O caso que estudamos é o 3.°, que corresponde à redução dum ião metálico simples

$$M^{n+} + a\,e \rightarrow M^{(n-a)+}$$

Neste caso o eléctrodo gotejante desempenhou o papel dum eléctrodo «nobre» e se a reacção anterior é rápida e reversível o seu potencial obedece à equação

$$E_{de} = E_o - \frac{R\,T}{a\,F\,y} \ln \frac{C^o_{red.} \cdot f_{red.}}{C^o_{ox.} \cdot f_{ox.}}$$

em que E_o é o potencial normal da reacção, C^o_{red} e C^o_{ox} são as concentrações dos iões metálicos reduzidos e oxidados à superfície do eléctrodo, e f_{red} e f_{ox} os respectivos coeficientes de actividade.

Substituindo [8] os valores de C pelos encontrados na equação de Ilkovic, e calculando também o valor $E_{\frac{1}{2}}$, chegar-se-á a

$$E_{de} = E_{\frac{1}{2}} - \frac{0{,}0591}{a} \log \frac{i}{i_d - i}$$

em que i é a corrente aplicada, i_d a corrente de difusão, e $E_{\frac{1}{2}}$ o potencial de onda média.

O potencial de onda média $E_{\frac{1}{2}}$, como já se viu, é característico para cada substância, desde que se use a mesma solução fundamental, e não depende da concentração daquela.

Os potenciais de onda média servem, pois, para caracterizar a substância polarografada, enquanto que a corrente de difusão nos indica a concentração da substância presente.

Quando se usa o tipo clássico de vaso electrolítico, com um ânodo de mercúrio, o potencial de onda média estará sómente relacionado com a f. e. m. total aplicada. Além disso depende do potencial do ânodo de mercúrio e não é ùnicamente característico da secção do eléctrodo gotejante.

Para obter valores significativos do potencial do eléctrodo gotejante com este eléctrodo de mercúrio, deve o potencial deste ser determinado anteriormente em relação a um eléctrodo padrão de referência e o potencial obtido ser subtraído do potencial de onda média encontrado.

No entanto exprime-se geralmente o potencial de onda média em relação ao E. S. C. Por isso é mais cómodo empregar como ânodo aquele eléctrodo, visto se tratar dum eléctrodo de potencial constante.

Além disso, os valores observados para o potencial de onda média são geralmente maiores do que os valores reais, em virtude de valor $i \times R'$ da gota no vaso electrolítico.

No que respeita às dosagens por polarografia, um vez conhecida a curva de polarização, diferentes métodos se podem adoptar para determinar a concentração da substância polarografada. Há a considerar os métodos absoluto e comparativo.

No método absoluto faz-se a aplicação directa da equação (2), mas tem de se conhecer prèviamente os valores de n, D, m e t.

O valor $607\ n\ D^{\frac{1}{2}}$ é constante para cada substância, num determinado suporte electrolítico, a temperatura constante (geralmente 25° C), é independente da concentração e características do eléctrodo gotejante desde que a vida duma gota seja superior a 1,5 s. Pode ser determinado experimentalmente, empregando concentrações conhecidas e determinando os valores de m, t e i_d.

A determinação correcta do valor absoluto de i_d, tem de ser feita cuidadosamente, pois a existência no circuito dum sistema para amortecimento das oscilações da corrente vai alterar os valores desta. Logo, só com informações detalhadas do critério técnico construtivo do aparelho se poderá determinar a intensidade absoluta i_d.

Por outro lado, no caso do aparelho fotografar directamente a curva obtida, só se poderá fazer a leitura de i_d sobre este polarograma, tendo-se marcado prèviamente sobre o papel, por meio de índice luminoso, o zero do galvanómetro.

Dentre os métodos comparativos existem vários, como sejam:

1) *Método de comparação directa*

Polarografa-se uma solução de concentração conhecida e outra de

concentração desconhecida, mas ambas da mesma substância. Procura se, se possível for, que a solução de concentração conhecida seja próxima da desconhecida, e em seguida comparam-se as alturas dos saltos dos dois polarogramas

$$\frac{i_d}{i'_d} = \frac{c}{c'}$$

As soluções de concentração conhecida existem geralmente feitas em reserva no laboratório.

A composição do electrólito suporte, as características do eléctrodo gotejante, a temperatura e a concentração do supressor de máximos, têm de ser rigorosamente as mesmas.

Este processo é de simples execução e bastante cómodo, pois como as dosagens se realizam num determinado momento é fácil manter constantes todas estas características.

2) *Doseamento por meio de curvas-padrão*

Realizam-se prèviamente uma série de polarogramas de soluções de concentrações rigorosamente conhecidas e trabalhando sempre em idênticas condições. No caso da altura dos saltos para pequenas concentrações ser diminuta, pode empregar-se uma sensibilidade galvanométrica maior, tendo o cuidado de reduzir depois todas as alturas à mesma sensibilidade. Traça-se depois um gráfico marcando em abcissas as concentrações das substâncias a dosear (mg/l) e em ordenadas as alturas da onda em determinada escala. Dentro de certos limites, os pontos obtidos deverão ficar situados sobre uma linha recta ou próximos dela.

Por este processo, feito um determinado polarograma e calculada a altura da onda, podemos imediatamente determinar a concentração da substância, desde que se tenha trabalhado rigorosamente nas mesmas condições.

Este método é de grande interesse quando se tenham de realizar grande número de análises em série.

3) *Doseamento por adição*

É devido a Hohn e consiste no seguinte: polarografa-se a solução a dosear de modo que o polarograma não exceda metade do papel, empregando para isso, uma sensibilidade adequada. Em seguida adiciona-se à solução primitiva uma quantidade rigorosamente conhecida da substância a dosear. Realiza-se novo polarograma em idênticas condições. A altura do salto corresponderá à soma da quantidade de substância já existente e à adicionada. Determina-se assim a concentração da substância inicialmente polarografada.

A finalidade do presente trabalho está apenas limitada ao primeiro dos problemas enunciados — a determinação de concentrações de certas substâncias aplicado ao fim prático de dosagens em série. Por isso foi cómodo utilizar o método de doseamento de curvas-padrão. Partimos dos compostos solúveis de urânio mais correntes e estáveis — sulfato, cloreto, nitrato e acetato de uranilo.

Uma vez que o urânio apresenta vários estados de valência, as reduções catódicas obtidas polarogràficamente permitem pôr em evidência esses vários estados de redução, o que depende da natureza da solução fundamental.

Porém aqui não se toma em atenção este problema, se bem que o tivéssemos verificado, uma vez que a única preocupação consistia em dosear o urânio total.

Dentro dessa orientação, no nosso trabalho pretendeu-se sòmente realizar polarogramas de sais de urânio de modo a poder dosear este fàcilmente. Assim procurámos

obter curvas regulares e de fácil interpretação. Uma vez obtido um determinado polarograma, determinaremos pelo $E_{\frac{1}{2}}$ a substância de que se trata, e pela altura da onda a concentração da substância presente.

Aparelhagem

Polarógrafo com o respectivo estativo para o eléctrodo capilar — Aparelho de marca «Cambridge», patente Heyrosvsky (*), permitindo o registo automático das curvas por meio de impressão do índice luminoso do galvanómetro.

por água destilada, e seco. O capilar é, de tempos a tempos, mergulhado em ácido azótico puro, para o limpar e desengordurar, e em seguida lavado com abundante quantidade de água destilada.

Eléctrodo saturado de calomelanos (E. S. C.) — Foi preparado com as precauções habituais. A forma do vaso é a do tipo comum dos de laboratório, com ligeiras modificações, de modo a poder ser utilizado no termostato. As ligações deste eléctrodo ao vaso de eléctrolise são feitas por meio de «pontes» contendo um gel de agar-agar impregnado de cloreto de potássio, que se ajustam por meio de tubos de borracha.

Potenciómetro de válvula «Cambridge» — Com eléctrodo de vidro, e aferido com soluções tampão rigorosas.

Fig. 1 — Polarógrafo Cambridge com o respectivo estativo, vendo-se à direita o purificador de azoto e hidrogénio

Instalação sobre mesa isenta de vibrações — Pedra mármore completamente isolada, assente sobre ferros em L encastrados na parede, tendo interpostas almofadas de «jointite» com 35 mm de espessura. (A fig. 1 mostra a instalação completa, bem como o purificador de azoto e hidrogénio).

Vasos de electrólise — De vários tipos, que acompanham o aparelho, e outros de vidro «Pirex», mandados construir, segundo as necessidades de trabalho.

Todo o material de vidro utilizado foi cuidadosamente desengordurado com vapores nitrosos, ou com a mistura cromo-sulfúrica aquecida. Em seguida foi mantido em água corrente durante 24 horas, depois passado

(*) A descrição pormenorizada deste tipo de aparelho, feita pelo Sr. Eng.º H. de Atmeida, encontra-se na «Revista da Ordem dos Engenheiros», nos anos de 1916-17.

Reagentes

Agua destilada — Obtida no aparelho «Baracop» de aquecimento eléctrico, com reservatório de cobre estanhado interiormente e refrigerante de vidro neutro.

Mercúrio — Partiu-se do mercúrio comercial tratado de modo a obter purificação conveniente. Para isso foi passado duas vezes sob a forma de «chuveiro» em ácido clorídrico a 3:1 a fim de eliminar o estanho (impureza das mais habituais). Fez-se depois uma passagem em água, seguida de seis em ácido azótico 1:9, sempre sob a forma de «chuveiro». Foi em seguida destilado duas vezes sob pressão reduzida, em aparelho Pirex, em atmosfera oxidante, seguida de uma destilação feita em corrente de azoto.

Não se fez purificação electro-química (de todas, talvez, a mais perfeita), por se verificar ser suficiente a purificação realizada.

Cloreto de potássio – Foi purificado por três cristalizações sucessivas, duas em água distilada, e a última em água bi-distilada.

Acetato e nitrato de uranilo — Partiu-se de embalagens pró-análise existentes no laboratório e de que foram feitas soluções «mães» (1 ml $<>$ 10 mg de U_3O_8), verificadas posteriormente pelo método volumétrico. Destas soluções foram feitas «tomas» de 10 ml e diluídas a 1000 ml.

Cloreto de uranilo — Obtido a partir da primitiva solução de nitrato de uranilo (1 ml $<>$ 10 mg U_3O_8) aferida. Partiu-se de 10 ml que se trataram com ácido clorídrico concentrado, levando-se à secura por três vezes. O produto obtido foi então dissolvido em água e perfez-se o volume de 1000 ml.

Sulfato de uranilo — Proveio das soluções «mães» quer de acetato, quer de nitrato. Em ambos os casos fizeram-se «tomas» de 10 ml às quais se juntou ácido sulfúrico (1:1) e se levou à secura por duas vezes. Os produtos obtidos dissolveram-se em água distilada, perfazendo o volume de 1000 ml.

As soluções de *ácidos sulfúrico* e *clorídrico* foram rigorosamente aferidas com OHNa.N.

O *nitrato de potássio*, o *acetato de sódio* e o *cloreto d potássio* provém de embalagens pró-análise existentes no laboratório.

O *azoto* e o *hidrogénio* empregados são de garrafas da Soc. «L'Air Liquide», munidas dos habituais redutores de pressão. Esses gases são purificados pela passagem através de uma coluna de vidro Pirex (100 $\times$ 3 cm), contendo uma solução de hidrosulfito de sódio a 12 % e hidróxido de sódio a 5 % à qual se junta sulfato de cobre a 0,15 % como catalisador. No entanto antes de os fazer borbulhar no soluto electrolítico, passam ainda através de um vaso com mercúrio para reter qualquer impureza que contenham.

Ensaios experimentais

Como já dissemos, optámos pelo segundo método comparativo por nos interessar realizar dosagens em série do urânio.

Utilizámos soluções fundamentais simples que nos dessem saltos nítidos da redução do urânio. Servimo-nos de soluções fundamentais já utilizadas por W. E. Harris e I. M. Kolthoff[6], e H. de Almeida[4] ou de outras, obtidas com ligeiras modificações daquelas, por nos terem dado melhores resultados experimentais.

Amortecemos as ondas polarográficas evitando o serrilhado, para o que trabalhámos com o «galvo-damping» sempre na posição 5. Não nos importámos que a modelação da onda fosse assim alterada pois, como trabalhámos sempre em idênticas condições e por um processo comparativo, não era afectado o resultado.

Convém eliminar os máximos provocados pelo oxigénio, o que conseguimos fazendo passar através do electrólito uma corrente de azoto ou hidrogénio durante dez ou quinze minutos.

Empregámos ainda como supressor de máximos o timol.

O problema do nitrato apresenta-se de difícil resolução, aliás como toda a bibliografia do assunto indica, dada a formação de sais complexos.

No caso do cloreto de uranilo conseguimos localizar a passagem de U^{VI} a U^{V} e em seguida a passagem de U^{V} a U^{III} passando pelo estado intermediário de U^{IV}. Não nos foi possível destrinçar a redução de U^{V} a U^{IV}, dado que os potenciais de onda média das reduções de U^{V} a U^{IV} e de U^{IV} a U^{III} se vão sobrepor.

No entanto, descontando a intensidade correspondente à corrente residual, é-nos fácil determinar que a segunda onda é o dobro da primeira, o que é lógico, pois a primeira onda será devida só ao ganho de um electrão, ao passo que a segunda corresponde a uma redução com dois electrões. Segundo Harris e Kolthoff [3) 4) 6)] e Heal [5)] a primeira onda será devida à reacção reversível

$$UO_2^{++} + e \rightleftarrows UO_2^{+}$$

ao passo que a redução de U^{V} a U^{IV} é irreversível. Harris e Kolthoff [5)] pensavam que a redução de U^{IV} a U^{III} também seria uma reacção irreversível, enquanto que Heal [5)] admitia que a reacção fosse reversível. Segundo Kritchevsky e Hindman[7], esta última reacção também deve ser considerada reversível e provàvelmente será representada por

$$UO^{++} + e \longrightarrow UO^{+}$$

ou

$$UOOH^{+} + e \longrightarrow UOOH$$

Trabalhámos sempre em relação ao eléctrodo saturado de calomelanos. (E. S: C.)

Para facilitar os ensaios partimos sempre de 25 ml da solução, que fizemos de modo idêntico para cada um dos casos em estudo,

variando, para cada, as quantidades x e y de sais de uranilo utilizadas e de água.

As determinações feitas correspondem às concentrações de 60, 55, 50, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15 e 10 mg de U_3O_8 por litro, fazendo-se x igual respectivamente a 15; 13,75; 12.5; 11,25; 10; 8,75; 7,5; 6,25; 5; 3,75 e 2,5 ml da solução de sal de uranilo (1 ml $<>$ 0,1 mg de U_3O_8).

Empregámos diferentes sensibilidades e optámos pela que nos pareceu mais conveniente para o caso em estudo.

A fig. 4 mostra o polarograma da mesma solução mas com sensibilidades diferentes.

Os pH foram determinados com o potenciómetro de válvulas «Cambridge».

Dos 270 polarogramas realizados escolhemos aqueles que nos pareceram mais característicos, para exemplificar melhor.

I — Cloreto de uranilo

Para os primeiros ensaios empregou-se a seguinte solução fundamental: ClK 0,1N; ClH 0,1N

Trabalhou-se ao ar livre.

O salto correspondente à passagem de U^V a U^{III} apresenta $E_{\frac{1}{2}} = 0{,}91$ V

Como não se eliminou o oxigénio, não foi possível apanhar o salto correspondente à passagem de U_3^{VI} a U^V. As curvas obtidas são do tipo da fig. 2 e a solução fundamental corresponde à fig. 3. No entanto como as alturas dos saltos apresentavam uma certa regularidade foi traçado o gráfico respectivo.

Posteriormente fizeram-se novos polarogramas, onde se eliminou o oxigénio por meio de corrente de hidrogénio numa série de ensaios, e noutra série por meio de azoto. As curvas são semelhantes, correspondendo as das figs. juntas, à corrente de azoto.

A solução fundamental passou a ter a seguinte concentração:

ClK 0,1N; ClH 0,01N; timol 10^{-4} %.
pH = 2,0; temp. = 26° C; tempo de gota = 3s; sensibilidade $\frac{1}{10}$ e $\frac{1}{15}$.

Utilizámos as seguintes quantidades:

2,5 ml de ClKN
1,0 6 ml de ClH 0,235 N
1 ml de timol (1 ml $<>$ 25 $\times$ 10^{-6})
x ml de Cl_2UO_2 (1 ml $<>$ 0,1 mg de U_3O_8)
y ml de OH_2 dest.
25,0 ml

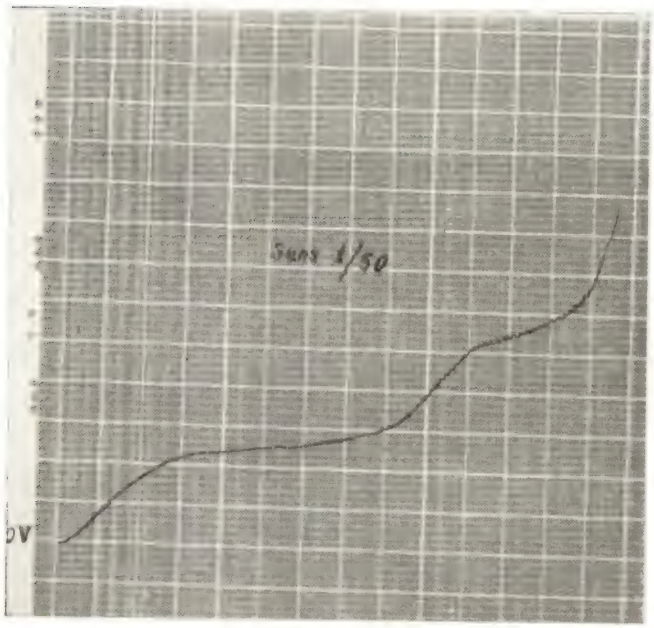


Fig. 2 — Polarograma duma solução de Cl_2UO_2 (40 mg de U_3O_8/l) empregando a seguinte solução fundamental: ClK 0,1N e ClH 0,1N

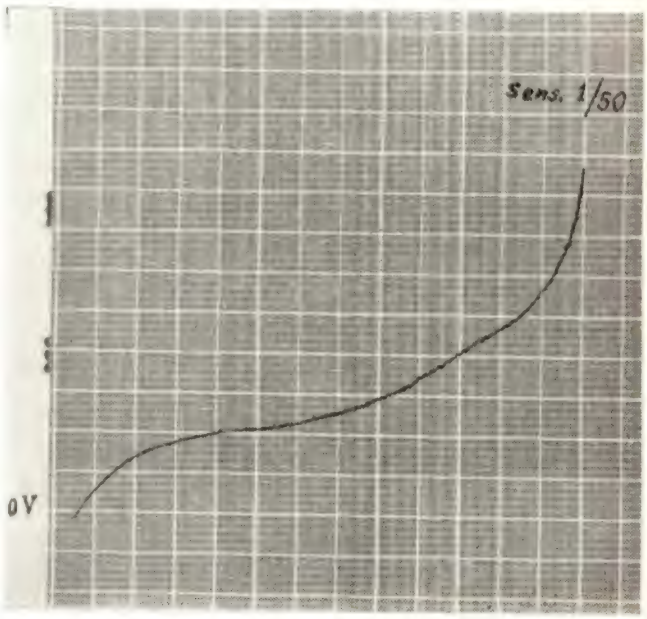


Fig. 3 — Curva da solução fundamental utilizada para o Cl_2UO_2 com a seguinte concentração: ClK 0,1N e ClH0,1N

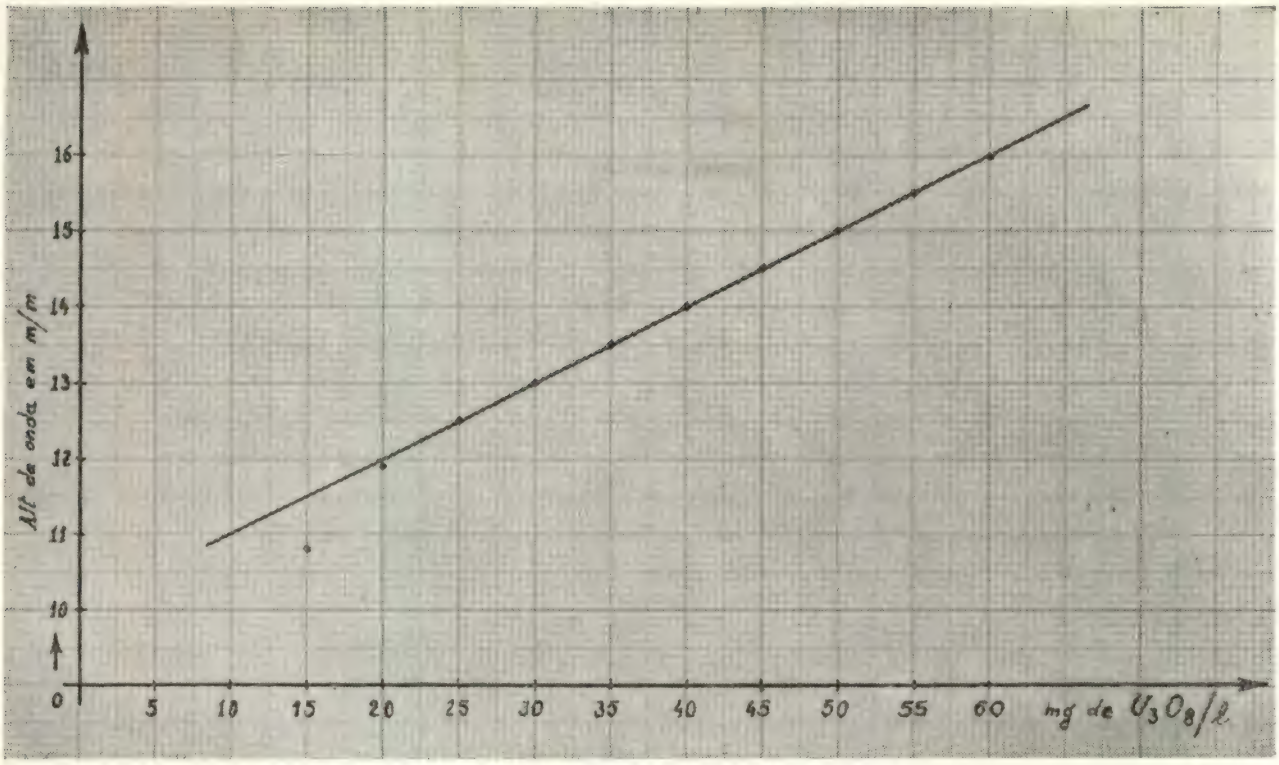


Gráfico 1 — Obtido a partir das curvas padrão do Cl_2UO_2, empregando uma solução fundamental com a seguinte concentração: ClH0,1N e ClK0,1N

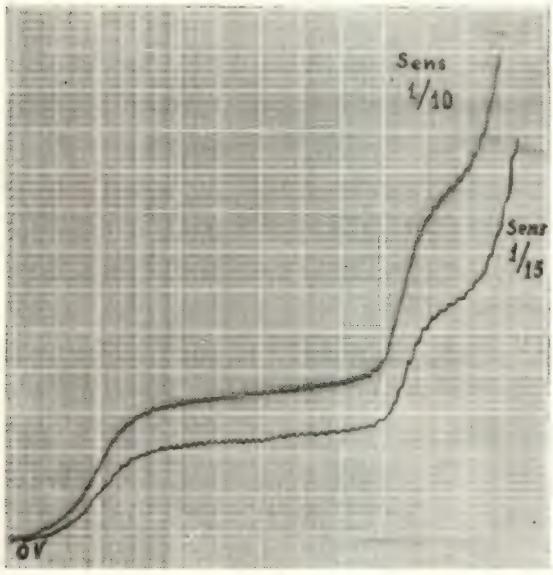


Fig. 4 — Polarograma duma solução de Cl_2UO_2, contendo 60 mg de U_3O_8/l, na seguinte solução fundamental: ClK0,1N; ClH0,01N e timol 10^{-4} % às sensibilidades de $\frac{1}{10}$ e $\frac{1}{15}$

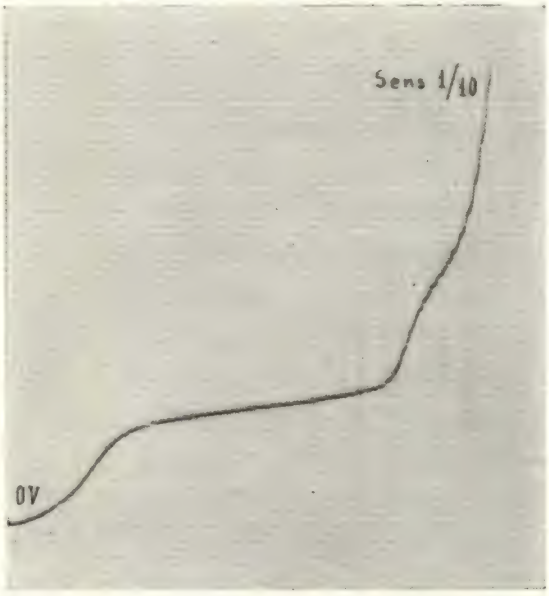
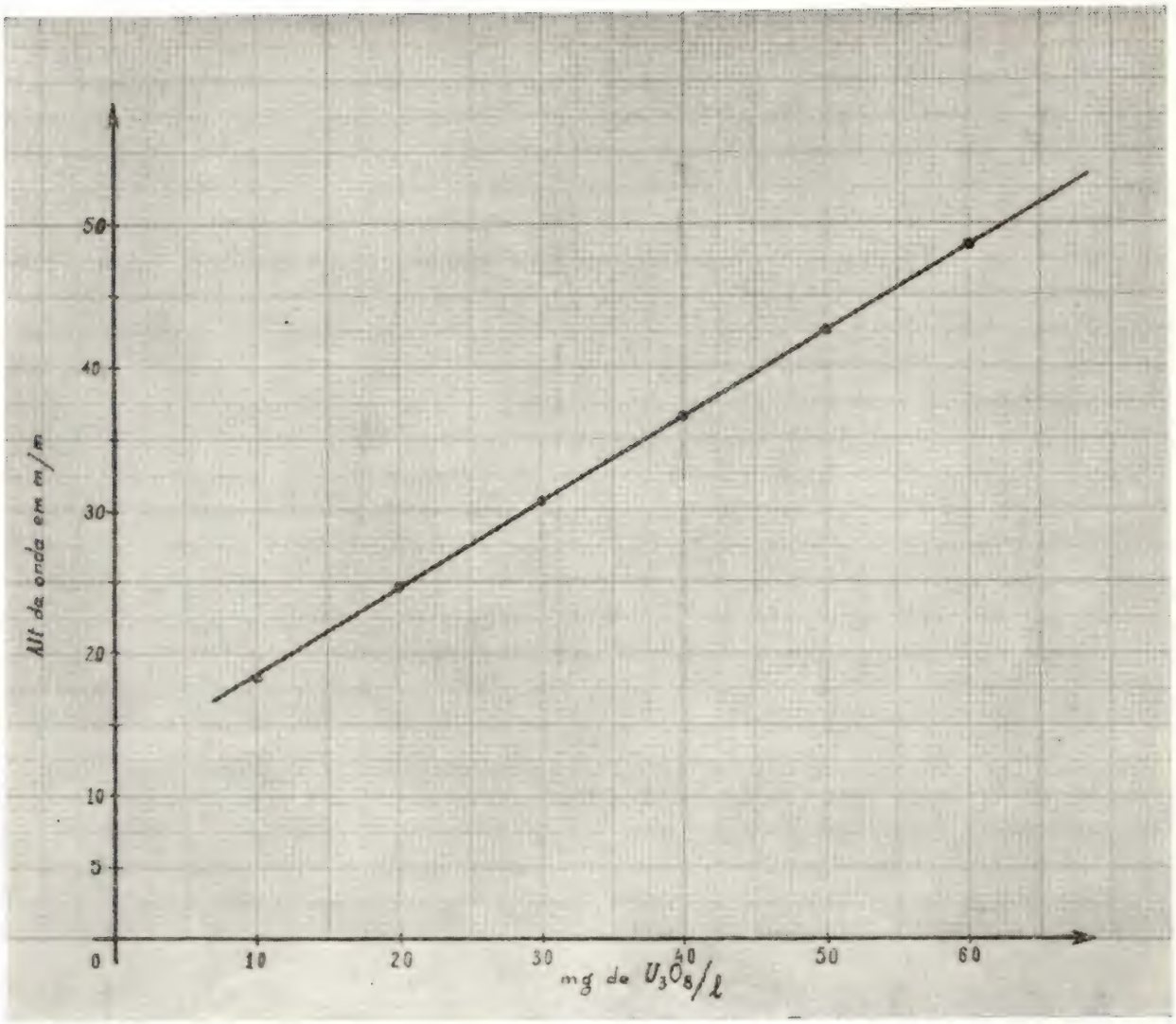


Fig. 5 — Polarograma duma solução de Cl_2UO_2, correspondente a 40 mg de U_3O_8/l, em ClK0,1N; ClH0,01N; timol 10^{-4} %

As curvas obtidas são de tipo diferente das anteriores, pois já é possível localizar as três reduções sofridas pelo urânio. Assim aparecem-nos as potenciais de onda média de 0,2V e 0,96V correspondendo respecti-



Gráf. 2 — Obteve-se a partir das curvas padrão do Cl_2UO_2, empregando a seguinte solução fundamental: ClK 0,1 N; ClH 0,01 N; timol 10^{-4} %. Trabalhou-se com o E. S. C., um tempo de gota de 3 s, um pH de 2,0, uma temperatura de 26° C e à sensibilidade de $\frac{1}{10}$.

vamente às passagens de U^{VI} a U^{V} e de U^{V} a U^{III}.

Estas curvas estão representadas nas figs. 4 e 5 correspondendo a fig. 6 à respectiva solução fundamental.

Foi traçado o gráfico (2) respectivo, marcando em abscissas as concentrações e em ordenadas a altura correspondente às duas ondas, pois só nos interessava dosear o urânio total.

II — Sulfato de uranilo

Todos os trabalhos que encontrámos em bibliografia sobre o sulfato de uranilo, eram feitos em meio clorídrico. Porém havia interesse em trabalhar em meio sulfúrico. Baseando-nos na tabela 25.4 do «Analytical Chemistry of the Manhattan Project», que apresentava uma comparação entre os valores da corrente de difusão e a concentração do ácido sulfúrico, fomos trabalhar para uma concentração de SO_4H_2 1,5 N. Apresentava esta solução fundamental o inconveniente do meio ser de pH muito baixo (0,6), mas tinha a vantagem dos saltos da onda serem maiores. Seria talvez de tentar a concentração de SO_4H_2 0,1 N, que já não nos foi possível realizar.

Ainda dentro do critério de procurar

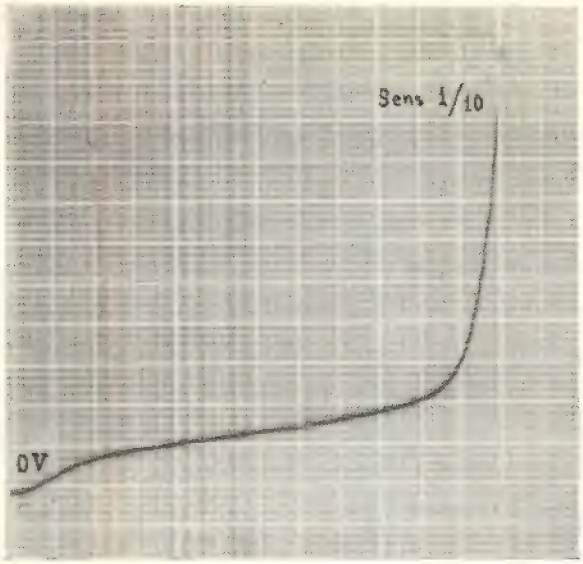


Fig. 6 — Curva da solução fundamental empregada para o $Cl_2 UO_2$, com a seguinte concentração: ClK 0,1N; ClH 0,01N e timol 10^{-4} %

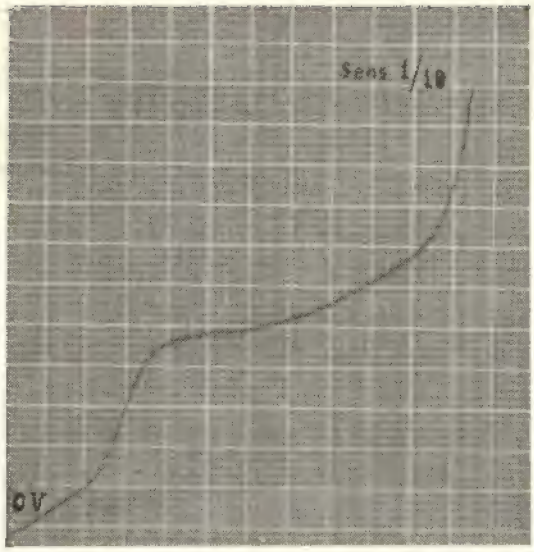


Fig. 7 — Polarograma duma solução contendo 60 mg de $U_3 O_8$/l. O urânio está na forma de $SO_4 UO_2$ e numa solução de $SO_4 H_2$ 1,5N e timol 10^{-3} %

soluções fundamentais simples, só lhe adicionámos, como supressor de máximos, timol a 0,001 %.

Foram realizados ensaios com $SO_4 UO_2$ proveniente de origens diferentes (ver «Reagentes») com resultados idênticos.

Eliminou-se o oxigénio com corrente de hidrogénio durante 15 minutos.

pH = 0,6; temp. = 28° C; tempo de gota = 3 s; sensibilidade de $\frac{1}{10}$ e $\frac{1}{5}$.

Utilizamos:

3,75 ml de $SO_4 H_2$ 10 N
1 ml de timol (1 ml $<>$ $10^{-5} \times 25$)
x ml de $SO_4 UO_2$ (1 ml $<>$ 0,1 mg de $U_3 O_8$)
y ml de OH_2 dest.
25,0 ml

Só nos foi possível localizar um salto, ao qual corresponde $E_{\frac{1}{2}} = 0,24$ V.

As curvas obtidas são as das figs. 7 e 8 que correspondem respectivamente a 60 e 40 mg de $U_3 O_8$/l, sendo a curva da fig. 9 da solução fundamental.

Fomos depois traçar o respectivo gráfico (3), por haver proporcionalidade entre as alturas das ondas e as respectivas concentrações.

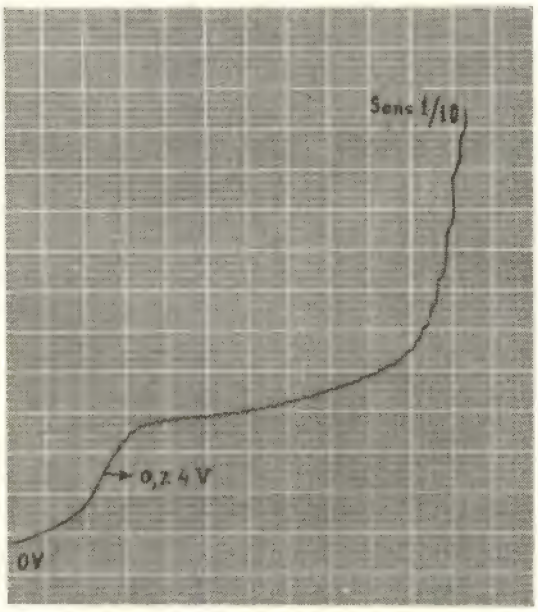


Fig. 8 — Polarograma do $SO_4 UO_2$ (40 mg de $U_3 O_8$/l) empregando a seguinte solução fundamental $SO_4 H_2$ 1,5N; timol 10^{-3} %

III — Acetato de uranilo

Os primeiros ensaios feitos com acetato de uranilo foram realizados com uma solução fundamental indicada pelo Eng.° H. de Almeida, que pretendia fazer o estudo dos fosfatos.

Como o fim que tínhamos em vista era diferente, pois pretendíamos determinar o

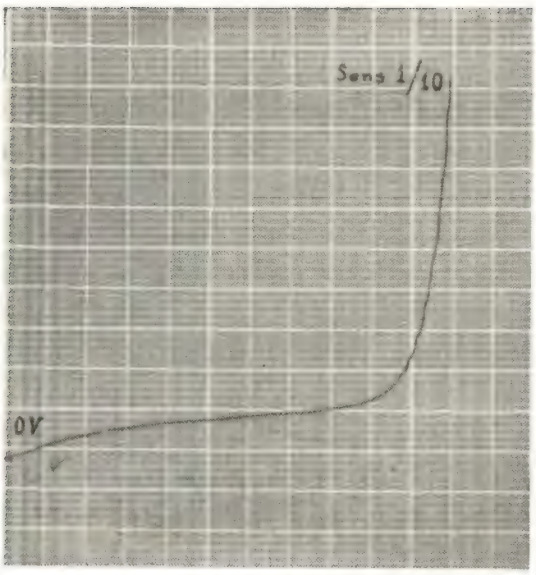


Fig. 9 — Curva obtida com a solução fundamental utilizada para o $SO_4\ UO_2$ com a seguinte concentração: $SO_4\ H_2$ 1,5N e timol 10^{-3} %

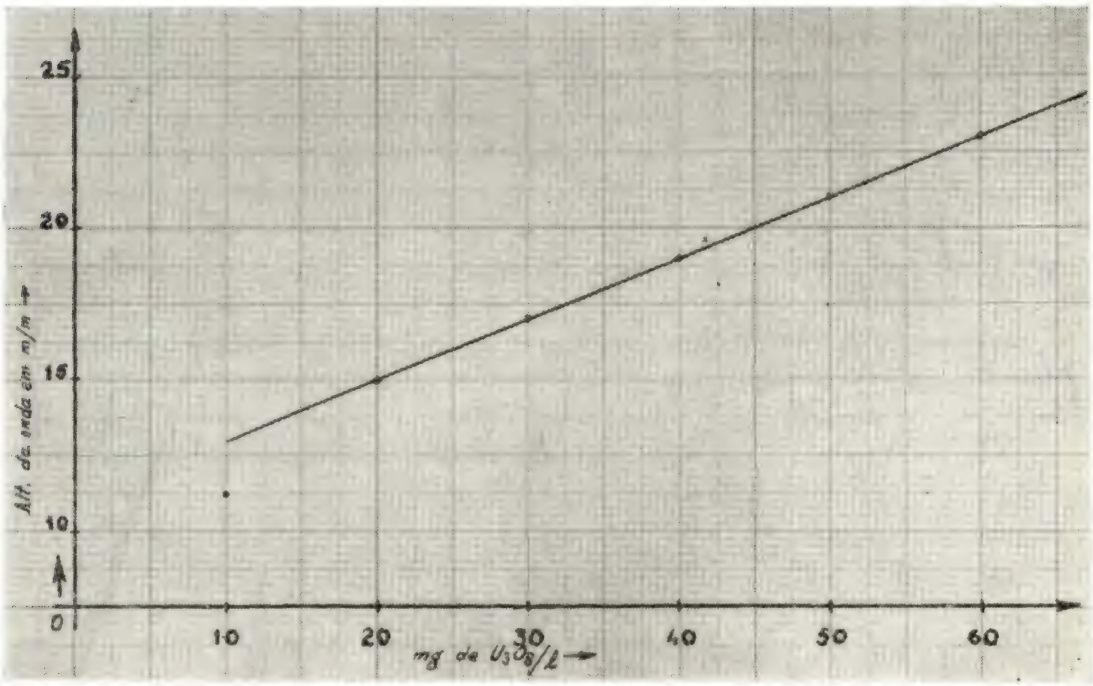
A eliminação do oxigénio fez-se com corrente de azoto.

pH = 4,7; temp. = 26° C; tempo de vida duma gota = 3,3 s; sensibilidades de $\frac{1}{20}$ e $\frac{1}{10}$.

Empregámos

10 ml de $CH_3\ COO\ Na$ 0,2 N
0,25 ml de $CH_3\ COO\ H$
x ml de $(CH_3\ COO)_2\ UO_2$ (1 ml < > 0,1 mg de $U_3\ O_8$)
y ml de OH_2 dest.
25,0 ml

Obtivemos curvas como as das figs. 10 e 11 em que se notam os dois saltos de redução do urânio. A fig. 12 representa a curva obtida com a solução fundamental.



Gráf. 3 — Foi obtido a partir das curvas padrão do $SO_4\ H_2$, empregando-se a seguinte solução fundamental: $SO_4\ H_2$ 1,5 N; timol 10^{-3} %. Trabalhou-se com E. S. C., à temperatura de 28° C, ao pH de 0,6, à sensibilidade de $\frac{1}{10}$ e com um tempo de gota de 3 s.

urânio presente, fomos empregar concentrações de acetato de uranilo diferentes, mantendo a solução fundamental com a seguinte concentração: $CH_3COO\ Na$ 0,08N; $CH_3\ COO\ H$ 0,175 N.

Os potenciais de onda média são, respectivamente de 0,4 V e 1,3 V.

Fomos traçar o respectivo gráfico (4) mas como o fim em vista é o doseamento

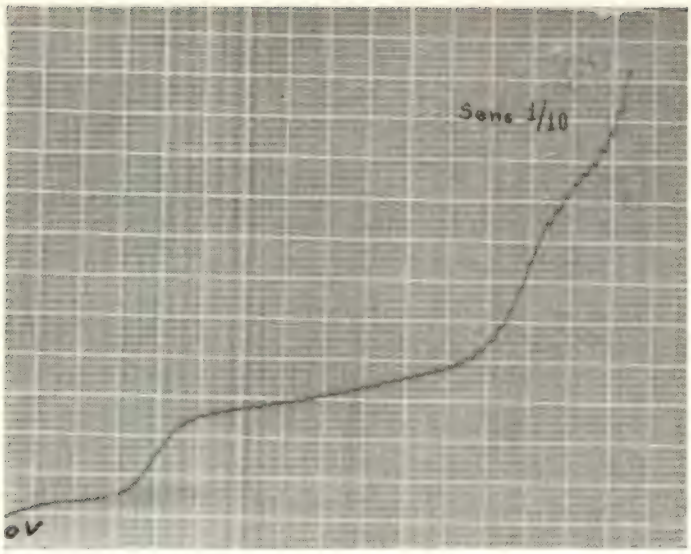


Fig. 10 — Polarograma duma solução de $(CH_3\,COO)_2\,UO_2$, contendo 40 mg de $U_3\,O_8$/l, na seguinte solução fundamental: $CH_3\,COO\,Na$ 0,08N e $CH_3\,COOH$ 0,175N

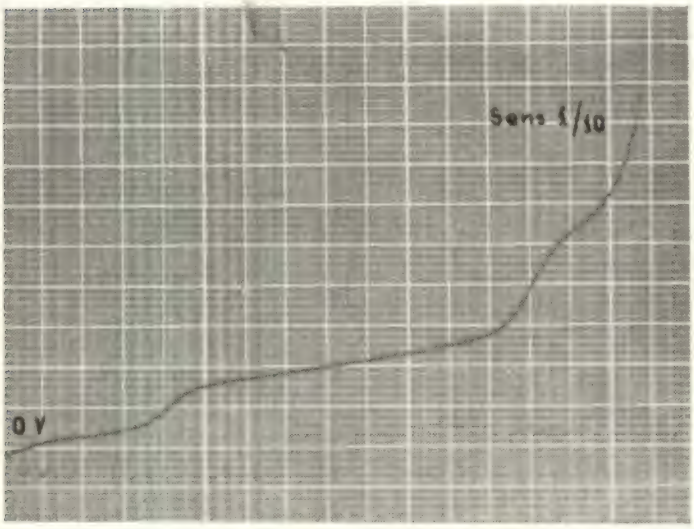


Fig. 11 — Polarograma duma solução de $(CH_3\,COO)_2\,UO_2$, contendo 20 mg de $U_3\,O_8$/l na seguinte solução fundamental: $CH_3\,COO\,Na$ 0,08N e $CH_3\,COOH$ 0,175N

do urânio presente, fizemos o gráfico atendendo à altura total do salto.

IV — Nitrato de uranilo

Neste caso, devido à formação de sais complexos, não se encontrou de início regularidade de curvas, pois os saltos não apresentavam proporcionalidade às diferentes concentrações. No entanto este problema tinha interesse, pois seria conveniente poder analisar o urânio na forma de nitrato de uranilo, visto que, segundo Harris e Kolthoff [5], ténues vestígios de urânio tornam-se polarogràficamente sensíveis quando na forma de nitrato. Assim, seguindo este critério, fomos aproveitar para determinação polarográfica, a distorsão e um leve patamar que o urânio vai provocar na curva do nitrato.

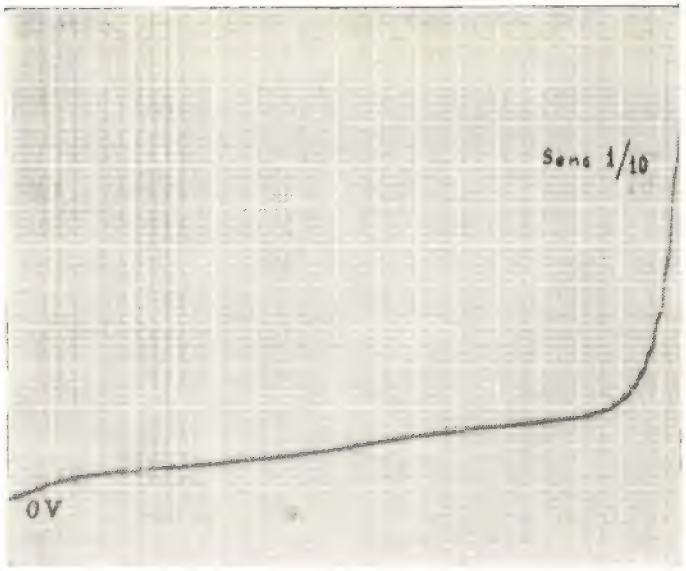
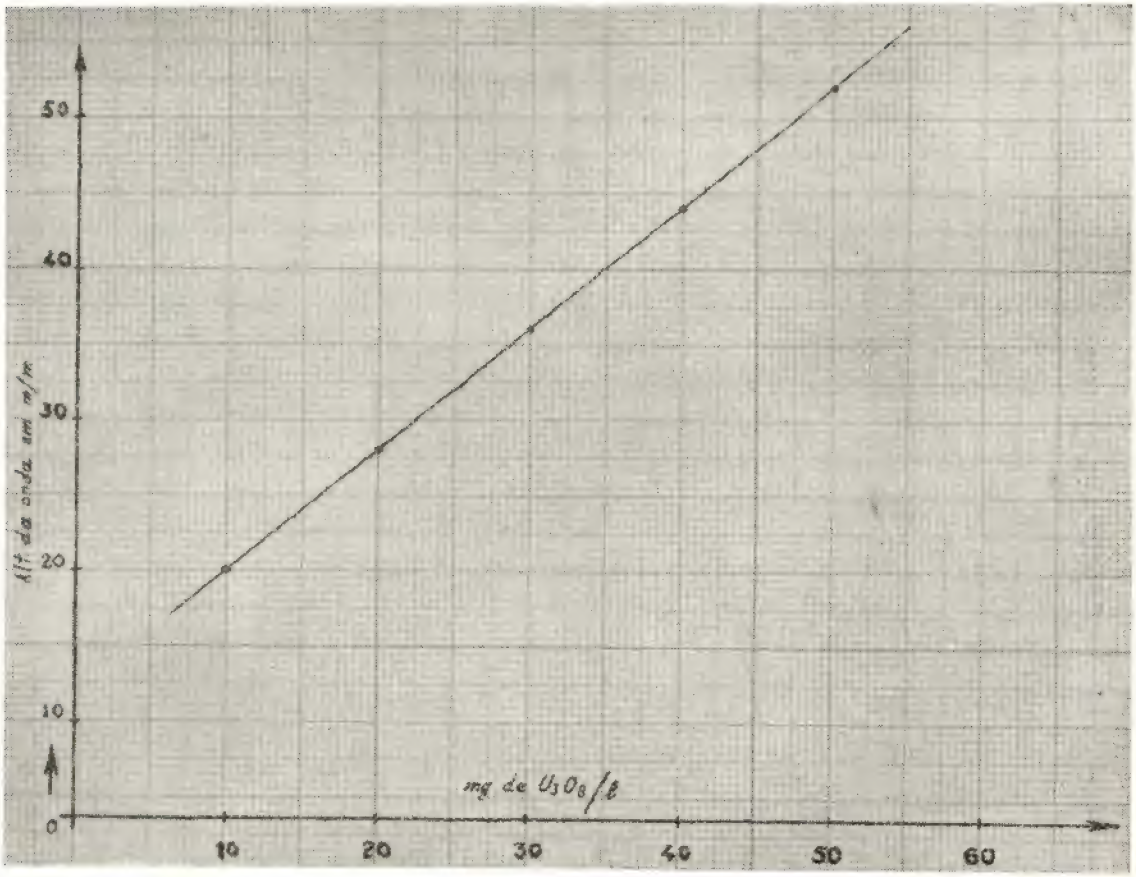


Fig. 12 — Curva obtida para a solução fundamental: CH_3 COO Na 0,08N ; CH_3 COOH 0,175N, que foi utilizada com o $(CH_3\ COO)_2\ UO_2$



Gráf. 4 — Foi obtido com as curvas padrão do $(CH_3\ COO)_2\ UO_2$, utilizando a seguinte solução fundamental CH_3 COONa 0,08 N ; CH_3 COOH 0,175 N. Mediu-se a altura total correspondente aos dois saltos para a sensibilidade de $\frac{1}{10}$. Trabalhou-se com E. S. C., à temperatura de 26° C com um pH 4,7 e sendo o tempo de gota de 3,3 s.

Empregámos uma solução com a seguinte concentração: NO_3K 0,005N ; ClK0,5N ; ClH0,05N. Saturámos o soluto com uma corrente de hidrogénio durante 15 min.

temp. = 25° C

tempo de gota = 3 s.

Conseguimos obter curvas que nos indicavam a presença de urânio, mas não nos permitiram fazer dosagens, por apresentarem anomalias. Julgámos que estas irregularidades seriam devidas à formação de sais complexos.

Assim passámos a empregar a seguinte solução:

NO_3K0,001N ; ClK0,1N ; ClH0,01N

Eliminámos o excesso de oxigénio fazendo passar uma corrente de azoto durante 15 min.

pH = 2,2 ; temp. = 26° C; tempo de vida duma gota = 3,3 s, sensibilidades de $\frac{1}{500}$; $\frac{1}{200}$; $\frac{1}{10}$

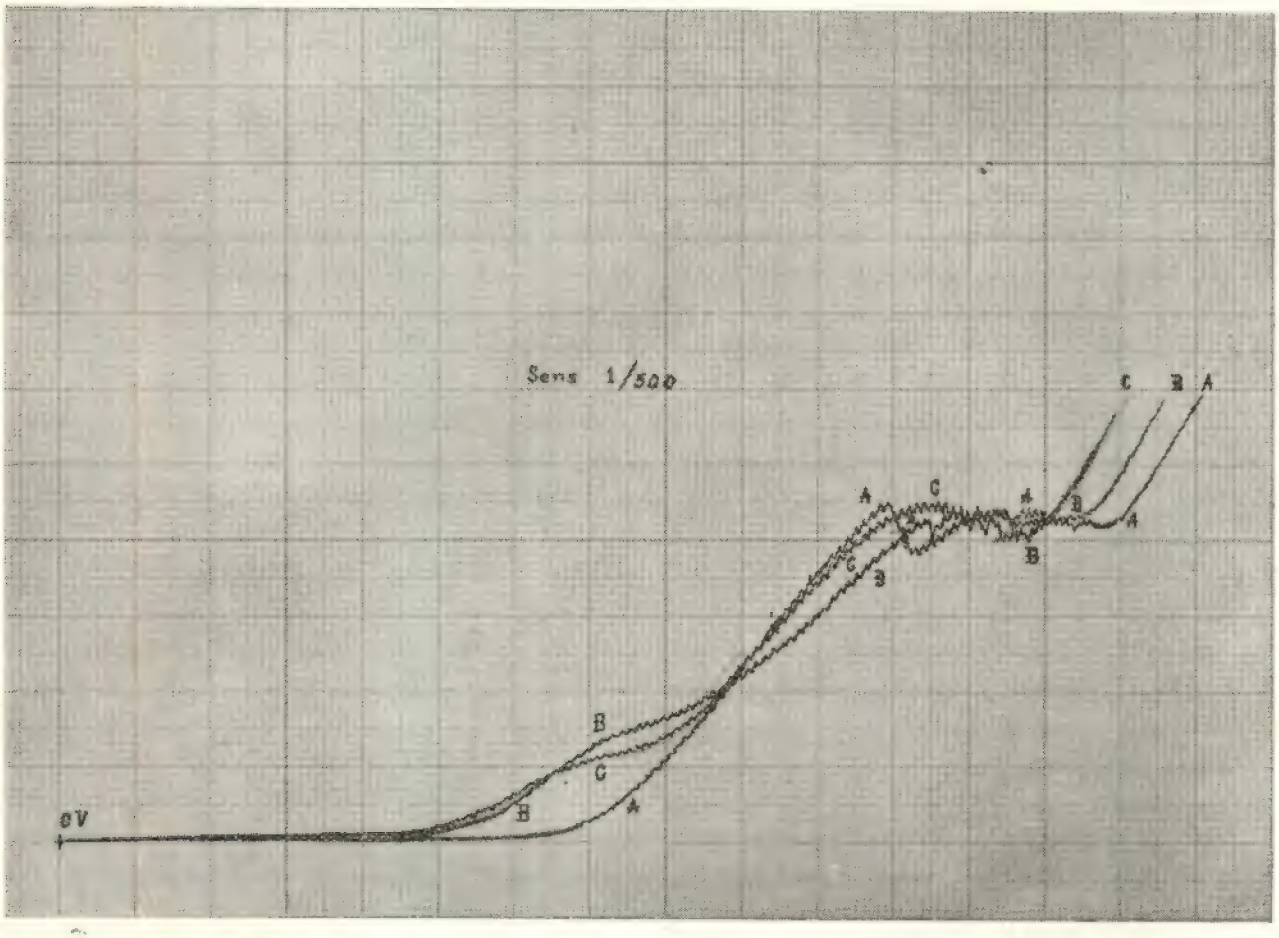


Fig. 13 — Estas curvas foram obtidas à sensibilidade de $\frac{1}{500}$ com o $(NO_3)_2 UO_2$ empregando a seguinte solução fundamental: NO_3K0,001N; ClK0,1N e ClH0,01N. As curvas B e C que correspondem a 60 e 30 mg de U_3O_8/l já apresentam um ponto de inflexão, ao passo que a curva A, da solução fundamental não apresenta

Posteriormente fomos empregar uma solução de concentração diferente que segundo o «Analytical Chemisty of the Manhattan Project» teria sido utilizada por Harris.

Empregámos

0,4 ml de NO_3 K 0,0 625 N
2,5 ml de Cl K N

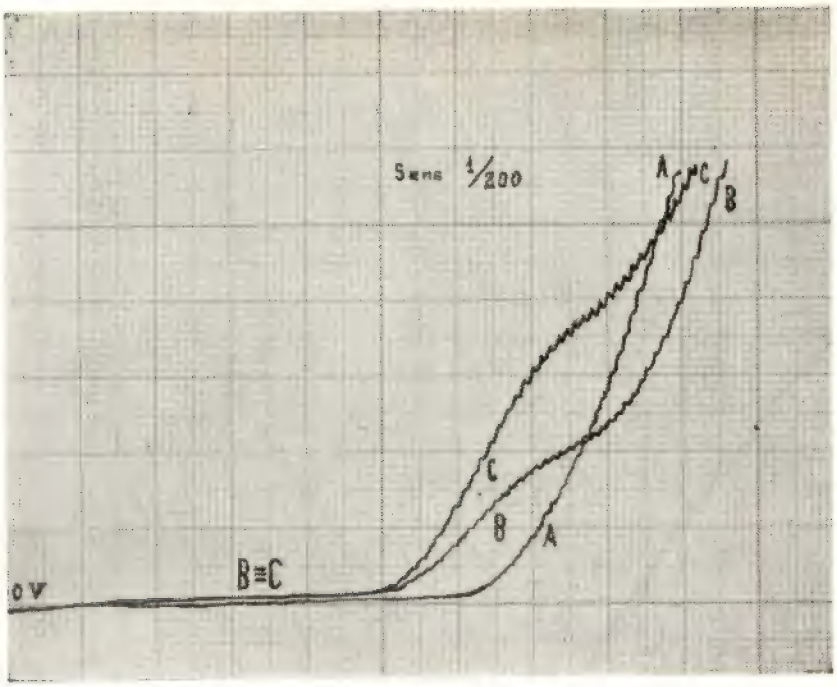


Fig. 14 — Curvas obtidas com o $(NO_3)_2 UO_2$ à sensibilidade de $\frac{1}{200}$. A curva A corresponde à respectiva solução fundamental: NO_3 K0,001N, ClK 0,1N; ClH0,01N. As curvas B e C, onde se nota a onda provocada pelo urânio, são devidas respectivamente a soluções com 20 a 60 mg de $U_3 O_8$/l

1,06 ml de Cl H 0,235 N
x ml de $(NO_3)_2$ U O_2 (1 ml < > 0,1 mg de U_3 O_8)
y ml de O H_2 dest.
25,0 ml

Utilizando a sensibilidade de $\frac{1}{500}$, encontrámos uma onda que é igual para todas as concentrações de urânio e para a solução fundamental (fig. 13). No entanto nota-se uma ligeira onda a 0,22 V. e outra a 1,2 V.

Por isso fomos empregar uma sensibilidade maior $\left(\frac{1}{200}\right)$ para tentarmos dosear o urânio por meio desta onda. Verificámos que a altura da onda diminuia com a concentração (fig. 14), mas não conseguimos encontrar proporcionalidade nos saltos das diversas concentrações de urânio.

Só nos restava agora tentar com o salto que tinha um potencial de onda média de 0,22 V.

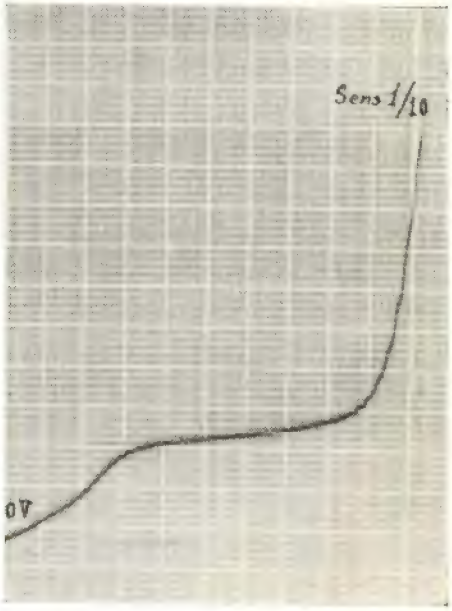


Fig. 15 — Polarograma duma solução de de $(NO_3)_2$ UO_2 contendo 30 mg de U_3O_8/l, e usando a seguinte solução fundamental: NO_3 K0,001N; ClK0,1N e ClH0,01N

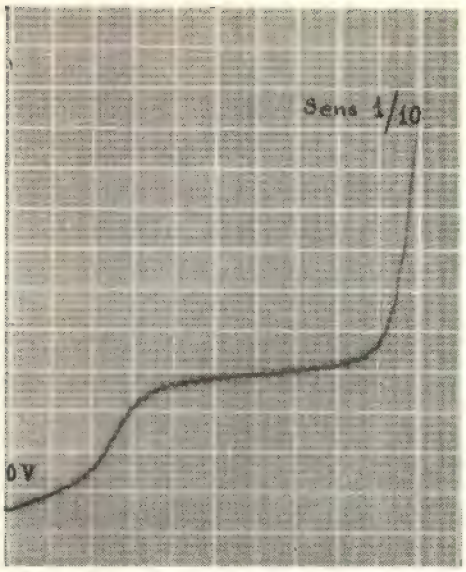


Fig. 16 – Polarograma de 60 mg de U_3O_8/l, encontrando-se o urânio na forma de $(NO_3)_2UO_2$ e utilizando a seguinte solução fundamental: NO_3K 0,001N; ClK 0,1N e ClH 0,01N

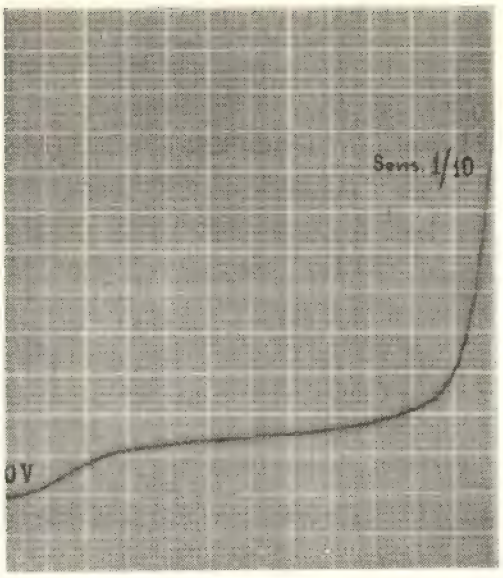
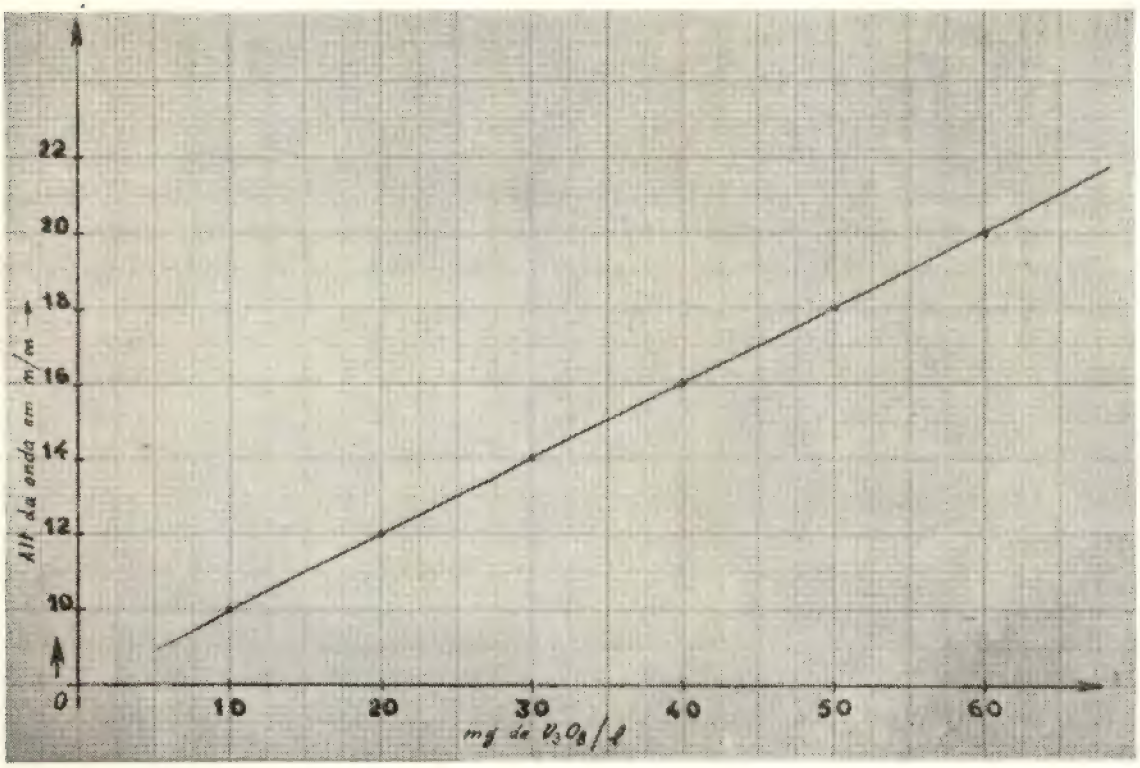


Fig. 17 — Curva obtida com a solução fundamental: NO_3K 0,001N; ClK 0,1N e ClH 0,01N, que foi empregada para o $(NO_3)_2UO_2$



Graf. 5 — Obtida a partir das curvas padrão do $(NO_3)_2UO_2$, empregando como solução fundamental NO_3K 0,001N; ClK 0,1N; ClH 0,01N. Trabalhou-se com E. S. C., à temperatura de 26° C, ao pH de 2,2, a um tempo de gota de 3,3; e a uma sensibilidade de $\frac{1}{10}$

Usámos sensibilidade de $\frac{1}{10}$ e já nos foi possível localizar nìtidamente o referido salto.

Empregámos, pois, esta onda para o doseamento do urânio na forma de nitrato, visto que há uma proporcionalidade entre as alturas encontradas e as concentrações. As figs. 15, 16 referem-se a soluções com 30 e 60 mg de U_3O_8 l e a fig. 17 à solução fundamental

Uma vez que conseguimos o nosso objectivo, traçámos o respectivo gráfico

No entanto o problema do nitrato mantém-se ainda em suspenso, e devem tentar de novo resolvê-lo de modo mais completo e satisfatório.

Conclusão

Conseguimos estabelecer curvas que nos permitem, em qualquer momento e com relativa facilidade, realizar dosagens do urânio na forma do cloreto, sulfato, acetato ou nitrato de uranilo.

Para o caso do Cl_2UO_2 conseguimos localizar as ondas correspondentes às reduções do U^{VI} a U^{V} e do U^{V} a U^{III}.

Verificámos ser necessário remover o oxigénio livre no electrólito, por meio de hidrogénio ou azoto, pois nos primeiros ensaios com o Cl_2UO_2, em que não o fizemos, não nos foi possível notar todas as reduções sofridas pelo urânio.

Encontrámos o modo de dosear SO_4UO_2 em meio sulfúrico, mas ignoramos qual o grau de redução sofrido pelo urânio e que provocou a referida onda. Seria de tentar fazer a determinação do número de electrões que intervêm no processo, partindo do conhecimento da concentração da substânciareduzida, e medindo o valor absoluto da corrente de difusão.

Também para $(CH_3COO)_2UO_2$, não temos a certeza do grau de redução sofrida pelo urânio nas duas ondas. Porque a altura da segunda onda é o dobro da primeira, seremos levadas a conclusão idêntica à do cloreto de uranilo, mas como se formam sais complexos, a questão complica-se e nada podemos afirmar. No entanto, aqui, as ondas são bem nítidas, e no gráfico em função das concentrações e das alturas da onda não surgem pontos afastados da recta traçada.

Para $(NO_3)_2UO_2$ tivemos bastante dificuldade em estabelecer as curvas padrão, pois só a onda com $E_{\frac{1}{2}} = 0{,}22$ V apresentava proporcionalidade entre a altura do salto e a correspondente concentração. Devemos procurar resolver de novo a questão do nitrato, pois apesar do problema das dosagens ter ficado resolvido, é possível que possamos encontrar uma solução muito mais satisfatória. Tem muito interesse a questão do $(NO_3)_2UO_2$ pois por meio dele podemos dosear vestígios de urânio, o que não acontecia com Cl_2UO_2 e SO_4UO_2.

Laboratório de Electroquímica do I. S. T.
Agosto de 1953.

BIBLIOGRAFIA

1) — Almeida, H. de — «Revista da Ordem dos Engenheiros» — (1946-47).
2) — «Analytical Chemistry of the Manhattan Project» — vol. 1-VII, pág. 586 — (1950).
3) — Harris W. E. e Kolthoff I. M. — «Journal Am. Chem. Soc.» — 67, 1484 — (1945).
4) — Harris W. E. e Kolthoff I. M. — «Journal Am. Chem. Soc.» — 69, 446 — (1947).
5) — Heal H. G. — «Nature» — 157, 225 — (1946).
6) — Kolthoff I. M. e Harris W. E. — «Journal Am. Chem. Soc.» — 68, 1175 — (1946).
7) — Kritchevsky E. S. e Hindman J. C. — «J. Am. Chem. Soc.» — 71, 2096 — (1949).
8) — Lingane J. J. e Kolthoff I. M. — «Polarography» — (ed. 1952).
9) — Lingane J. J. e Loveridge B. A. — «Journal Am Chem. Soc.» — 72, 438 — (1950).
10) — Strehlaw H. e Stackelberg M. von — «Z. f. Electrochem.» — 54, 51 — (1950).

C. D. 621.311.15/9

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.) preparadas nos Serviços do R. N. C. a cargo da Companhia Nacional de Electricidade —

NOTA: *A produção e o consumo da rede das empresas do R. N. C. representam actualmente cerca de 90 % dos respectivos totais do país.*

I — Elementos gerais

a) Mensais (mês de Junho) 10^6 kWh

	1952	1953	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	90,7	51,8 (2)	— 43
Produção térmica (P_t) . .	5,9	44,1 (3)	+ 648
Produção total (P_T) . . .	96,6	95,9	— 1
Cons. electroquímico (C_{eq})	21,2	7,5	— 65
Outros consumos ($C_T - C_{eq}$)	63,2	73,9	+ 17
Consumo total (C_T) (1) . .	84,4	81,4	— 4

b) Acumulados (desde o início do ano, isto é, de 1 de Janeiro a 30 de Junho) 10^6 kWh

	1952	1953	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	564,3	519,2 (4)	— 8
Produção térmica (P_t) . .	37,0	132,4 (5)	+ 258
Produção total (P_T) . . .	601,3	651,6	+ 8
Cons. electroquímico (C_{eq})	108,4	101,5	— 6
Outros consumos ($C_T - C_{eq}$)	417,1	465,4	+ 12
Consumo total (C_T) (1) . .	525,5	566,9	+ 8

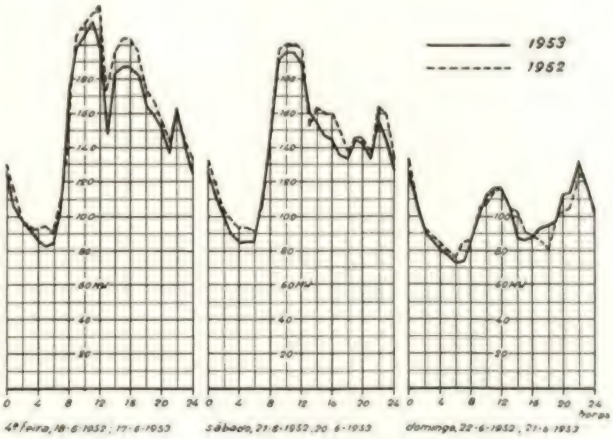
Notas:

(1) No consumo total (C_T) estão incluídas as perdas nas redes de transporte e de distribuição.

(2) 54 % P_T. (3) 44,1 % P_T. (4) 80 % P_T. (5) 20 % P_T.

II — Diagramas de carga da produção

	4.ª feira: 18-6-1952; 17-6-1953	
	1952	1953
Produção hidráulica (P_h) — MWh	3.595	1.975
Produção térmica (P_t) — MWh . .	189	1.572
Produção total (P_T) — MWh . . .	3.784	3.547
Utilização da ponta (U) — horas	17,1	16,6
Factor de carga (α)	0,71	0,69
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,41	0,38



III — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês de Junho de 1953

Albufeira	Energia armazenada	
	10^6 kWh	% (1)
Venda Nova	68,6	64,2
Salamonde	7,8	57,2
Guilhofrei	4,7	57,3
Lagoa Comprida	16,9	72,7
Santa Luzia	14,8	43,9
Castelo do Bode	75,5	46,1
Pracana	5,4	52,4
Póvoa	4,3	30,8
Total (2)	201,1	52,1

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia.

(2) Total da rede das empresas do R. N. C.

C. D. 621.311.15/9

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.) preparadas nos Servicos do R. N. C. a carga da Companhia Nacional de Electricidade —

NOTA: *A produção e o consumo da rede das empresas do R. N. C. representam actualmente cerca de 90 % dos respectivos totais do país.*

I — Elementos gerais

a) Mensais (mês de Julho) 10^6 kWh

	1952	1953	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	95,7	45,5 (2)	— 52
Produção térmica (P_t) . .	7,2	51,3 (3)	+ 613
Produção total (P_T) : . .	102,9	96,7	— 6
Cons. electroquímico (C_{eq})	17,5	1,0	— 94
Outros consumos ($C_T - C_{eq}$)	70,4	80,3	+ 14
Consumo total (C_T) (1) . .	87,9	81,3	— 7

b) Acumuladores (desde o início do ano, isto é, de 1 de Janeiro a 31 de Julho) 10^6 kWh

	1952	1953	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	660,0	564,7 (4)	— 14
Produção térmica (P_t) . .	44,2	183,7 (5)	+ 316
Produção total (P_T) . . .	704,2	748,4	+ 6
Cons. electroquímico (C_{eq})	125,9	102,5	— 19
Outros consumos ($C_T - C_{eq}$)	487,5	545,7	+ 12
Consumo total (C_T) (1) . .	613,5	648,2	+ 6

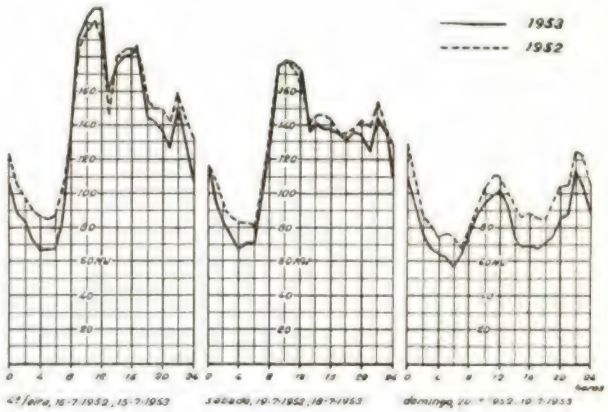
Notas:

(1) No consumo total (C_T) estão incluídas as perdas nas redes de transporte e de distribuição.

(2) 47 % P_T. (3) 53 % P_T. (4) 75 % P_T. (5) 25 % P_T

II — Diagramas de carga da produção

	4.ª feira: 16-7-1952; 15-7-1953	
	1952	1953
Produção hidráulica (P_h) — MWh	3.351	1.711
Produção térmica (P_t) — MWh . .	237	1.610
Produção total (P_T) — MWh . . .	3.588	3.321
Utilização da ponta (U) — horas	17,9	15,8
Factor de carga (α)	0,75	0,66
Relação $\frac{\text{Pot. min.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,43	0,32



III — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim da mês de Julho de 1953

Albufeira	Energia armazenada	
	10 kWh	% (1)
Venda Nova	49,9	46,7
Salamonde	7,9	58,1
Guilhofrei	3,6	43,4
Lagoa Comprida	13,0	55,8
Santa Luzia	12,1	35,9
Castelo do Bode	72,4	44,2
Pracana	3,3	32,0
Póvoa	4,0	28,6
Total (2)	167,9	43,8

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia.

(2) Total da rede das empresas do R. N. C.

DO MUNDO TÉCNICO

C. D. 621.384:662.62

Comparação do carvão e do urânio como fontes de energia

Pelo Eng.º JORGE BASKEWITSCH

«Revista Electrotécnica» n.º 7, Julho de 1953

1 — O consumo de energia eléctrica

Actualmente, que a energia eléctrica desempenha um papel de tão grande importância em quase todos os domínios da actividade humana, o estudo dos dados estatísticos sobre o consumo de tal energia é um dos melhores meios que nos permitem analisar a participação do consumidor no progresso alcançado.

Os gráficos do consumo de energia eléctrica em quase todos os países do mundo mostram que, à-parte alguns períodos conturbados, esse consumo cresce ràpidamente com o rodar dos anos. Assim, nos E. U., a potência instalada aumentou, entre 1900 e 1950, de 1.500 MW a 60.000 MW. Em 1948, os 55.000 MW instalados produziram 282.698×10^6 kWh.

Aqueles 55×10^6 kWh encontravam-se assim distribuidos:

nas turbinas a vapor — 38×10^6 kw $<>$ 69 %
nas centrais hidroeléctricas — 16×10^6 kw $<>$ 69 %
em grupos Diesel — 1×10^6 kw $<>$ 2 %

Quer dizer: 71 % da potência instalada (com uma produção de 200×10^9 kWh em 1948) correspondia a centrais térmicas. Notemos que, desses 71 %, provinham do carvão 54 %, e do petróleo e gás natural os restantes 17 %.

2 — Importância do carvão

É evidente que esta proporção varia de país para país, de acordo com as possibilidades de exploração das fontes de energia disponíveis; no entanto a importância do carvão é ainda maior, se tivermos em conta que as reservas naturais desse combustível continuam ocupando o primeiro lugar. Assim, por exemplo, nos E. U. A. a reserva carbonífera é estimada em 3×10^{12} toneladas, o que representa 99 % das calorias contidas nos restantes tipos de combustíveis dos jazigos norte-americanos.

Não podemos também esquecer, que o carvão é o principal combustível dos caminhos de ferro e das frotas marítimas.

Sobre a importância do carvão, citemos os seguintes números: o consumo mundial era, em 1800, de 12×10^6 toneladas, e foi, em 1948, de 1.300×10^6 toneladas, Este consumo progressivo conduzirá, pouco a pouco, à escassez do precioso combustível. Assim, em Inglaterra, onde, segundo os últimos dados, a reserva de carvão, a manter-se o ritmo crescente do consumo, não durará mais de 200 a 300 anos, pensa-se sèriamente no problema da substituição do carvão por outra fonte de energia.

Uma maneira de diminuir o consumo do carvão seria o melhoramento da transformação da sua energia interna em energia eléctrica. Em 1925 eram necessárias 900 gramas de carvão para obter 1 kWh; agora o consumo é da ordem de 600 g/kWh. Aparentemente não se poderá melhorar este valor sem sacrifícios económicos.

Como a construção de centrais hidroeléctricas não pode resolver o problema, apresenta-se como única solução eficaz a substituição do carvão pelo urânio.

3 — Energia nuclear

Terminada a guerra, as primeiras impressões sobre as possibilidades de utilização da energia nuclear foram muito optimistas, acreditando-se que se iria poder produzir energia eléctrica em quantidade ilimitada e pràticamente grátis; o urânio substituiria o carvão, e o problema de escassez deste combustível ficaria resolvido.

Fizeram-se os cálculos segundo a fórmula de Einstein da equivalência entre matéria e energia. Um grama de urânio libertaria a energia.

$$W = mc^2 = 9.10^{20} \text{ esg} <> 25 \times 10^6 \text{ kWh}$$

Portanto, 20 kg de urânio seriam suficientes para assegurar o consumo mundial de energia eléctrica num ano.

A equivalência entre um carvão de 8.000 cal/kg e o urânio seria:

$$1 \text{ kg de urânio} <> \frac{2{,}5 \times 10^{10}}{10 \times 10^3} = 2{,}5 \times 10^6 \text{ toneladas de carvão.}$$

Mais tarde chegou-se à conclusão de que nas reacções nucleares que se dão numa bateria de urânio, se desintegra só 1/1.000 parte, aproximadamente, do isótopo U — 235, de forma que 1 kg da massa activa da bateria de urânio está em condição de produzir cerca de 25×10^6 kWh.

Portanto um quilograma de urânio U — 235 equivale a, aproximadamente, 2.500 toneladas de carvão de 8.000 calorias por kg.

Esta equivalência é que é a real e, por isso, é a que deve ser tomada em conta nos estudos comparativos das centrais eléctricas dos dois tipos.

Tais estudos não dão resultados favoráveis às fontes nucleares de energia, e é esta uma das causas que fizeram desaparecer quase completamente o primitivo optimismo. Daí o pouco se falar em aplicações práticas da energia nuclear. No entanto, o problema não perdeu a importância, pois a substituição do carvão por outra fonte de energia urge.

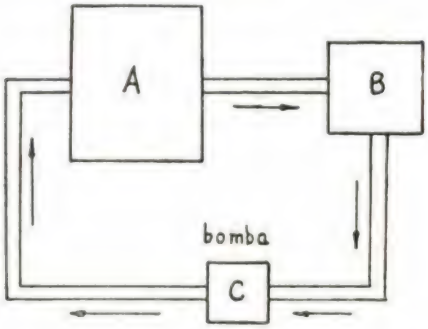
4 — Características importantes duma central atómica

Existe uma certa analogia entre uma bateria de urânio e a fornalha duma caldeira. Assim:

1 — A fissão dos núcleos de urânio é análoga à com-

bustão do carvão. Ambos os fenómenos são do tipo em cadeia, e em ambos se produz calor utilizável em turbo-alternadores.

2 — A massa activa de urânio transforma-se, depois da fissão, numa massa inactiva semelhante ao resíduo da combustão do carvão. Tal «cinza» deve ser retirada e substituída pela quantidade correspondente de nova massa de urânio. O calor desenvolvido pelas reacções nucleares no compartimento A é transportado por um meio adequado, líquido ou gasoso, ao compartimento B, onde se produz o vapor ou o gás quente necessário para a turbina.



Uma das características das centrais atómicas são os múltiplos serviços necessários ao seu bom funcionamento:

a) Refinação dos minérios recebidos das minas de urânio.
b) Separação do isótopo U — 235.
c) Preparação das barras de urânio.
d) Transporte do calor desenvolvido na bateria de urânio.
e) Evacuação da massa de urânio usada.
f) Separação do plutónio.
g) Separação dos isótopos radioactivos.
h) Manipulação da lava de urânio.
i) Protecção contra os raios radioactivos.

5 — Relação económica entre o carvão e o urânio

O inconveniente mais difícil de eliminar é a aparição de raios radioactivos durante os fenómenos nucleares na bateria de urânio.

Estes raios são muito perigosos e, portanto, têm de ser cuidadosamente evitados.

Como esse fim as partes activas da central atómica constroem-se debaixo da terra, a uma profundidade razoável, e além disso cercam-se com uma massa espessa de betão. Uma boa protecção requere cerca de 100 toneladas de betão por cada metro cúbico de bateria atómica.

Além disso é necessário enterrar profundamente todos os resíduos que ficam depois da fissão do urânio, ou lançá-los no fundo do mar.

É sabido que os raios radioactivos provenientes da bateria atómica são de uma intensidade mortífera; mas esses raios são também muito perigosos para a própria central atómica, visto que podem alterar, em proporções inadmissíveis, algumas propriedades dos materiais, como o limite de elasticidade, a condutibilidade térmica e eléctrica, a composição molecular das substâncias orgânicas, etc.

O funcionamento de certas partes da instalação pode pois, tornar-se perigoso, sendo de prever o aparecimento de defeitos com as correspondentes consequências.

A complexidade da construção da bateria de urânio, com seus múltiplos serviços auxiliares, faz com que os gastos gerais da central atómica de 10×10^5 kW não difiram muito dos da central de 2×10^5 kW.

Calculou-se também que a instalação de centrais atómicas pode ser mais económica que a de termoeléctricas a carvão mas só no caso de potências instaladas superiores a 100 MW.

O estudo comparativo feito nos E. U. A. pela Comissão de Energia Atómica, referente aos 200 MW, deu este interessante resultado: o preço da energia produzida pela central atómica (urânio) seria cerca de 30 % mais elevado do que o da produzida pela central térmica (carvão).

6 — Algumas conclusões

a) O estado actual da técnica e do mercado não asseguram a preferência do urânio sobre o carvão nem mesmo no caso de potências superiores a 100 MW.

b) A igualdade económica que hoje, pràticamente, existiria entre o urânio e o carvão deve considerar-se como instável. Um aumento no preço do carvão levaria à preferência do urânio; mas a preferência do urânio desapareceria completamente se não fosse possível vender o precioso plutónio, com cujo elevado preço de venda a Comissão de Energia Atómica dos E. U. A. contou para estabelecer as conclusões económicas do seu estudo. E a impossibilidade dessa venda poderia ter lugar no caso de se não fabricarem mais armas atómicas, por superprodução de tais armas ou desaparecimento do perigo da guerra.

c) Para abrir caminho ao desenvolvimento de centrais atómicas haveria que realizar importantes aperfeiçoamentos na construção, no funcionamento e no controle das baterias de urânio, a saber:

1) Melhorar os meios de luta contra os raios radioactivos.
2) Utilizar nas partes delicadas da central materiais resistentes à acção dos raios radioactivos.
3) Simplificar os serviços auxiliares da central.
4) Aperfeiçoar o controle da central.
5) Reduzir o custo do urânio.
6) Buscar uma utilização produtiva do plutónio.

d) Embora o risco do desenvolvimento da energia atómica no domínio das aplicações práticas se ache quase totalmente na mão de técnicos especializados, é dever dos engenheiros, sobretudo nos países com fracas reservas carboníferas, empreender, tão cedo quanto possível, o aperfeiçoamento dos seus conhecimentos da ciência atómica.

BIBLIOTECA

REFERÊNCIAS SOBRE LIVROS RECEBIDOS

C. D. 03:6

Dicionário Técnico Poliglota — por *M. de Medeiros* — Edição de Gomes & Rodrigues, Ltd.ª — Lisboa.

Contendo termos e expressões fraseológicas inerentes a

Ciências puras e aplicadas
Medicina e Farmácia
Engenharia e Arquitectura
Ciências Militares
Transportes e Telecomunicações
Indústria e Comércio.

Fundamentos da sua publicação

O *Dicionário Técnico Poliglota* abrange com largueza a terminologia existente entre cientistas e técnicos.

Nele se encontram nas seis línguas mais empregadas no mundo técnico os termos gerais e abstractos e todos os termos concretos que se referem às realizações práticas tanto antigas como as mais recentes da ciência e da técnica.

Mercê do concurso valioso de grande número de personalidades de alto valor científico e profissional e da actividade prestimosa de outros colaboradores podemos afirmar a garantia de toda a exactidão possível no texto desta Obra que se propõe servir a Ciência e a técnica.

Objectivos práticos do Dicionário

O uso desta Obra permitirá, a quem a consulte:

— Empregar os termos exactos de qualquer das línguas indicadas em comunicações de carácter técnico e científico para o estrangeiro, controlando o rigor das versões com que tradutores não especializados poderiam adulterar o sentido do que se pretende expor;

— Encomendar, sem receio de falsas interpretações e usando as expressões comerciais apropriadas, quaisquer produtos cuja aquisição interesse aos mercados do seu país;

— Oferecer nessas mesmas vantajosas condições de clareza e exactidão, os produtos do seu país que deseje colocar nos mercados estrangeiros;

— Tomar conhecimento de todos os produtos fabricados e de todas as matérias primas, produtos laboratoriais e semi-acabados que constituem as grandes séries produzidas pela técnica e ciência contemporâneas, utilizando com correcção os vocábulos que na sua língua lhes correspondem;

— Traduzir com facilidade e exactidão todos os termos e expressões, usados correntemente pelos cientistas e técnicos estrangeiros (v. g. nos catálogos), mesmo nos casos em que até agora era desconhecida ou duvidosa a respectiva equivalência na sua língua;

— Expedir cartas ou telegramas cifrados, constituídos por frases com termos comerciais e técnicos; *e consequentemente*

— Traduzir cartas ou telegramas idênticos recebidos doutros possuidores do Dicionário.

REVISTAS RECEBIDAS

	C. D.
Acta Physica, vol. 3, n.º 2	53
Acta Technica, vol. 7, n.ºs 1, 2	62
Actividade Económica de Angola, n.º 33	31:38
Aeroplane (The), n.ºs 2190 a 2194 e 2202	629.13
Aircraft Engineering, n.ºs 294, 295	629.13
Anais do Clube Militar Naval, 4-6, 1953	623
Anales de Mecanica y Electricidad, n.º 6, 1952, n.ºs 1-2, 1953	621
Anuário dos Serviços Hidráulicos, n.º 2, 1950	626(05)
Arcos, n.º 128	621.79.052
Arquitecto Constructor (El), n.ºs 733, 734	72
ASEA Revue, n.ºs 2, 3, 4	621.3
Boletim da Junta Nac. da Cortiça, n.ºs 176 a 178	634.985.5
Boletim Mensal de Estatística de Angola, n.ºs 3 a 7, 1953	31
Boletim Mensal de Informação «Laboratório de Engenharia Civil», n.º 51	025.45:016:62 + 66/69
Boletim da Sociedade de Estudos de Moçambique, n.ºs 78, 79, 80	7+8+9 (679)
Bol. da Soc. de Geografia de Lisboa, n.ºs 4-6, 1953	910
Brotéria, n.ºs 2, 3, 4, 1953	1/3+7/8
Building Digest, n.ºs 7, 8, 9, 1953	72
Bulletin du Congrès des Chemins de Fer, n.ºs 7, 8, 9, 1953	385
Bulletin Oerlikon, n.ºs 295, 296	621.3
Bulletin Technique de la Suisse Romande, n.ºs 14 a 20, 1953	624/628 + 72
Cemento y Hormigón, n.ºs 227, 232, 233, 234	669
Chronique des Mines Coloniales (La), n.ºs 203 a 206	622
Cimento e Concreto n.º 65	666.94:691.5

C. D.

Civil Engineering, n.os 565 a 567 . . . . . 624/628
Compressed Air Magazine, n.os 7, 8, 9, 1953 . . 621.5
Dyna, n.º 7, 1953 . . . . . 62+66/69
Economia e Finanças (Anais do I. S. C. E. F.), vol. XXI, tomo 1 . . . . . 330(05):378
Electricité, n.os 195, 196 . . . . . 621.3
Energie, n.º 118 . . . . . 621.3
Engenharia (Brasil), n.º 127 . . . . . 62/69
Engenharia (Faculdade de Engenharia), n.º 16 62/69
Engenheiro Westinghouse (O), Out.-Dez. . . . 621.3
Engineering, n.os 4562, 4563 e 4565 a 4575 . 62+66/69
Esso Air World, vol. VI — 1 . . . . . 629.13
Estatística Industrial, 1951 . . . . . 31:338
Estatística das Instalações Eléctricas em Portugal, 2.º vol., 1950 . . . . . 31:621.316
Estudos (C. A. D. C.), n.os 315, 316, 317 . . . . 1/2+8
Excavating Engineer, 6, 7, 8, 9, 1953 . . . . . 624.13
Flying Red Horse (The), n.os 1, 2, 3, 1953 665
Gazeta dos Cam.os de Ferro, n.os 1574 a 1579 . . . 385
Gazeta de Física, vol. II — 10 53
Houille Blanche (La), n.º 6, 1952; n.os 1, 3, A, 1953 626/627
Indústria do Norte (A), n.os 401, 402, 403 . . . . 62/69
Indústria Portuguesa, n.os 303 a 307 . . . . . 62/69
Industrie des Plastiques Modernes, vol. V 7,8 . . 679.5
Informes de la Construccion, n.os 51, 52 . . . 624/628
Ion, n.os 143, 144, 145 66
Marelli, n.os 1-2, 1953 621
Medicina-Veterinária, série XI, n.os 2, 3 619
Memórias e Notícias n.º 32 55
Mensário das Casas do Povo n.os 86, 87, 88 . . (05) (061)
Metallurgia, n.os 286, 287 669

C. D.

Metallurgia Italiana (La), n.os 6, 7, 8, 1953 669
Neptuno, n.º 199 387
Ossature Metalique (L'), n.os 7, 8, 9, 1953 . 624.014
Proceedings of the Institution of Electrical Engineers (The), n.os 124, 125 . . . . . 621.3
R. A. E., n.º 24 . . . . . 628.3
Recherche Aeronautique (La), n.os 33, 34 . . 629.13
Relatório da Administração Geral do Porto de Lisboa, 1951 . . . . . 31:351.82
Repartidor Nacional de Cargas (Estatística Mensal), 1953 — 4 . . . . . 621.311.15/9
Revista de Artilharia, n.os 337-38 623
Revista de Caminos, n.os 1, 2, 1953 625
Revista Danfoss, n.º 2, 1953 . . . . . 621 (05)
Revista de Economia, n.os 1, 2, 1953 3
Revista Electrotécnica, n.º 6, 1953 . . . . . 621.39
Revista da Escola de Minas, n.º 6, 1952; n.º 1, 1953 621/2
Rev. da Faculdade de Engenharia do Porto, vol. XVII, n.º 2 . . . . . 62+66/69
Revista Industrial y Fabril, n.º 80 . . . . . 62+66/69
Rev. Municipal de Engenharia, n.º 4, 1952 . . 624/628
Revista de Obras Públicas, n.os 2858 a 2861 624/628
Revue L'Air Liquide, n.º 3, ... 621.791.7
Revue Brown Boveri, n.º 10, 1952 . . . . . 621.3
Revue d'Électricité et de Mécanique, n.º 93 . . . 621
Revue du Nickel, n.os 7, 8, 9, 1953 . . . . . 669.24
Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali, n.º 3, 1953 . . . . . 526 (45)
Science et Vie, n.º 433 . . . . . 5+6
Seara Nova, 1274-75 . . . . . 3+7/8
Universidad de San Carlos, n.º 24 . . . . . 378(062)
Urbanisme, n.os 27-28 711

FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

António Severino Pinto, Carlos Nogueira Martins, Fernando Eduardo Rebelo Simões e José Manuel de Freitas Cruz.

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por C. D. *(classificação decimal)*.

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina com 75 × 125 mm..

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita*, independentemente do número de algarismos que o índice contiver.

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T..

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro de Classificação Decimal.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

PONHA À PROVA UM FIO DE LÃ

... um fio de lã — tratado com os S/V WOOLREX OILS, de grande poder penetrante, — agora mais resistente.
Estes óleos, de difícil oxidação, não rançam, não formam gomas, não enferrujam as cardas e eliminam-se fàcilmente.
Notáveis óleos para tratamento de lãs, penetram uniformemente em cada fibra individual, que manteem macias e flexíveis.
Consequentemente aumentam a resistência do fio.
Consulte-nos acerca dos S/V WOOLREX OILS 1000, 2000 e 3000.

S/V WOOLREX

ÓLEOS PERFEITOS PARA LÃS

SOCONY-VACUUM

2544

LIVROS

C. D. 663.61:546.151

Influência dos iodetos na exaltação do cheiro e do sabor devidos à presença de fenóis — *C. C. Coutinho* e *M. M. Santos de Noronha.*

4-952, vol. 1, pág. 10.

C. D. 663.63:576.8

As tendências modernas da bacteriologia das águas — *Carlos Cândido Coutinho.*

Revista Portuguesa de Medicina Militar, 953, vol. 1, pág. 10.

C. D. 663.632

Contribuição para o estudo da eliminação do arsénio nas águas do abastecimento — *Carlos Cândido Coutinho* e *João Delgado Guerreiro*

952, vol. 1, pág. 7.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. 331.213

La influencia del salario en el valor del produto.

Ion, 6-953, vol. 13, n.º 143, págs. 373-4.

C. D. 331.87

Consideraciones sobre produtividad — *Mariano Rojas Morales.*

Revista Industrial y Fabril, 5-953, vol. 8, n.º 80, págs. 277-86.

C. D. 338.58 : 66

Precios de coste en la industria química — *Casimiro Busquets.*

Ion, 6-953, vol. 13, n.º 143, págs. 332-40.

C. D. 338.9 : 629.13

Effect of engine weight, drag, and fuel consumption on the direct operating cost of a commercial aircraft — *J. E. Steiner.*

Esso Air World, 5-6-953, vol. 5, n.º 6, págs. 148-52.

C. D. 517.933

Approximate solution of non-linear equations — *J. M. Nightingale.*

Aicraft Engineering, 7-953, vol. 25, n.º 293, págs. 202-3.

C. D. 531.732.002.5 : 66

Regulación automática de procesos industriales — Medición de caudales — *Vicente Llovet.*

Ion, 8-953, vol. 13, n.º 145, págs. 441-8.

C. D. 531.787.002. 5 66

Regulación automática de procesos industriales — Medición de presiones — *Vicente Llovet.*

Ion, 7-953, vol. 13, n.º 144, págs. 402-6.

C. D. 533.21

One-dimensional high-speed flows Flow patterns derived for the flow of gases through nozzles, including compressibility and viscosity effects — *J .Kestin e S. Zaremba.*

Aircraft Engineering, 6-953, vol. 25, n.º 292, págs. 172-5.

C. D. 533.6.05

Le «mur du son» a livré son secret il reste aux techniciens à en neutraliser tous les effets — *Jean Brocard.*

Science et Vie, 8-953, vol. 84, n.º 431, págs 162-70.

C. D. 533.6.662 : 621.438

Propeller parameters and the axial compressor — *V. D. Naylor.*

Aircraft Engineering, 7-953, vol. 25, n.º 293, págs. 190-3.

C. D. 535.833 : 771

Les téléobjectifs géants photographient à 35 Kilomètres — *Maurice Déribéré*

Science et Vie, 8-953, vol. 84, n.º 431, págs. 155-6.

C. D. 536:66

La termodinámica em las diversas ramas de la ingenieria — *Ramon Simon.*

Revista Industrial y Fabril, 6-953, vol. 8, n.º 81, págs. 338-46.

C. D. 536.2 + 662.998 : 66

Los aislantes térmicos en la industria química — *Pedro Lopez Gomez.*

Ion, 7-953, vol. 13, n.º 145, págs. 457-67.

C. D. 536.5 : 66

Regulación automática de procesos industriales. I — Médición de temperaturas — *Vicente Llovet.*

Ion, 7-953, vol. 13, n.º 143, págs. 312-20.

C. D. 536.75

High temperature combustion. A new type of Mollier--chart for high temperature gas mixtures at equilibrium — *H. Reichert.*

Aircraft Engineering, 7-953, vol. 25, n.º 293, págs. 198-9.

C. D. 537.12

El negatrón — *Eduardo Vitoria.*

Afinidad, 5-6-953, vol. 30, n.º 125-6, págs 90-7.

C. D. 539.152 : 621.313

Le générateur radioactif moteur atomique de demain, produit directement de l'électricité — *André Bouju.*

Science et Vie, 8-953, vol 84, n.º 431, págs. 183-7.

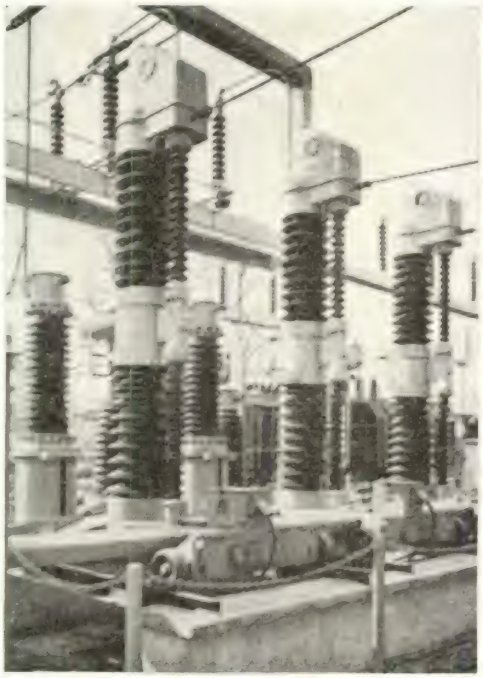
ELIN

AKTIENGESELLSCHAFT FÜR ELEKTRISCHE INDUSTRIE

VIENA — ÁUSTRIA

Fabricantes e instaladores de:

Equipamentos eléctricos para alta e baixa tensão — Geradores — Redes de distribuição de energia — Centrais térmicas e hidroeléctricas — Transformadores — Motores — Disjuntores — Arrancadores — Equipamentos de soldadura manual e automática — Material para tracção eléctrica — Material para iluminação — Rectificadores de mercúrio



Disjuntor a pequeno volume de óleo, tensão de serviço 110 KV., alto poder de rotura (licença de V&H, com câmara de extinção sistema ASEA)

REPRESENTANTES:

SOC. COM. CROCKER DELAFORCE & C.ª, S. A. R. L.

Rua D. João V, 2-2.º — LISBOA

C. D. 539.374.001

Criteri preliminari per lo studio del campo plastico — *Roberto Zingale.*

La Metallurgia Italiana, 7-953, vol. 45, n.° 7, págs. 239-41.

C. D. 541.4 : 543.7/8

Sobre el grádo de pureza de los produtos químicos — *José R. Barcelo.*

Revista Industrial y Fabril, 5-953, vol. 8, n.° 80, págs. 293-5.

C. D. 542.1 : 666.9

Los nuevos laboratorios del «Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie des liants Hydrauliques» — *Patricio Palomar Collado.*

Cemento-Hormigón, 2-953, vol. 19, n.° 227, págs. 44-52.

C. D. 542.1 : 669

Nottingham University engineering laboratories.

Metallurgia, 5-953, vol. 47, n.° 283, págs. 272-4.

C. D. 542.1:679.5

A la Croix de Berny : un centre de recherches moderne.

Industrie des Plastiques Modernes, Julho-Agosto de 1953, vol. 5, n.° 7, págs. 1-4.

C. D. 544.8 : 546.86

Prova alla tocca specifica per l'antimonio — *P. W. West e W. C. Hamilton.*

La Metallurgia Italiana, 6-953, vol. 45, n.° 6, pág. 227.

Trans. de «Analytical Chemistry», 6/52.

C. D. 545.15 : 546.46 + 545.81 : 546.621

Determinazione di magnesio e alluminio nel titanio metallo — *J. A. Corbett.*

La Metallurgia Italiana, 7-953, vol. 45, n.° 7, pág. 267.

Trans. de «Analyst», 1/53.

C. D. 545.81 : 546.62

Determinazione fotometrica dell'alluminio nel bronzo al manganese, nelle leghe di zinco per pressofusione, nelle leghe di magnesio, nel piombo, nell'antimonio, nello stagno e nelle loro leghe — Metodo dell'alluminon — *C. L. Luke e K. C. Braun.*

La Metallurgia Italiana, 6-953, vol. 45, n.° 6, págs. 225-7.

Trans. de «Analytical Chemistry», 7/52.

C. D. 545.81 : 546.621 + 545.15 : 546.26

Determinazione di magnesio e alluminio nel titanio metalo — *J. A. Corbett.*

La Metallurgia Italiana, 7-933, vol. 45, n.° 7, pág. 267.

Trans. de «Analyst», 1/53.

C. D. 545.81 : 546.74

Étude sur le dosage colorimétrique du cobalt dans les nickels et les cupro-nickels au moyen du chlorure de tétraphenylarsine — *Marcel Jean.*

Revue du Nickel, Julho-Set. de 1953, vol. 19, n.° 3, págs. 63-5.

C. D. 545.81 : 546.831

Determinazione fotometrica dello zirconionelle leghe di magnesio — *G. B. Wengert.*

La Metallurgia Italiana, 7-953, vol. 45, n.° 7, pág. 266.

C. D. 545.81 : 546.882

Determinazione colorimetrica del niobio con solfocianato — *H. Freund e A. E. Levitt.*

La Metallurgia Italiana, 7-953, vol. 45, n.° 7, pág. 267.

Trans. de «Analytical Chemistry», 12/51.

C. D. 547.469.3

Nitrotiourea — *Antonio Luis Palomo Coll.*

Afinidad, 5-6-953, vol. 30, n.os 125-6, págs. 104-5.

C. D. 548 [537.531 : 535.3] + 548.523

La preparazione dei monocristalli di stagno e la determinazione della loro orientazione cristallografica — *Giampaolo Bolognesi.*

La Metallurgia Italiana, 6-953, vol. 45, n.° 6, págs. 203-7.

20 refer. bibliogr.

C. D. 548.523 + 548 [537.531 : 535.3]

La preparazione dei monocristalli di stagno e la determinazione della loro orientazione cristallografica — *Giampaolo Bolognesi.*

La Metallurgia Italiana, 6-953, vol. 45, n.° 6, págs. 208-11.

9 refer. bibliogr.

C. D. 553 678 : 536.213

L'étrange vermiculite — incomparable isolant contre la chaleur — *Georges Kimpflin.*

Science et Vie, 8-953, vol. 84, n.° 431, págs. 139-41

C. D. 574.917 : 66 + 679.59 03

La lignina en la industria química — *J. Gil Montero.*

Revista Industrial y Fabril, 6-953, vol. 8, n.° 81, págs. 352-4.

C. D. 600.15 : 532.5 + 535.3/4

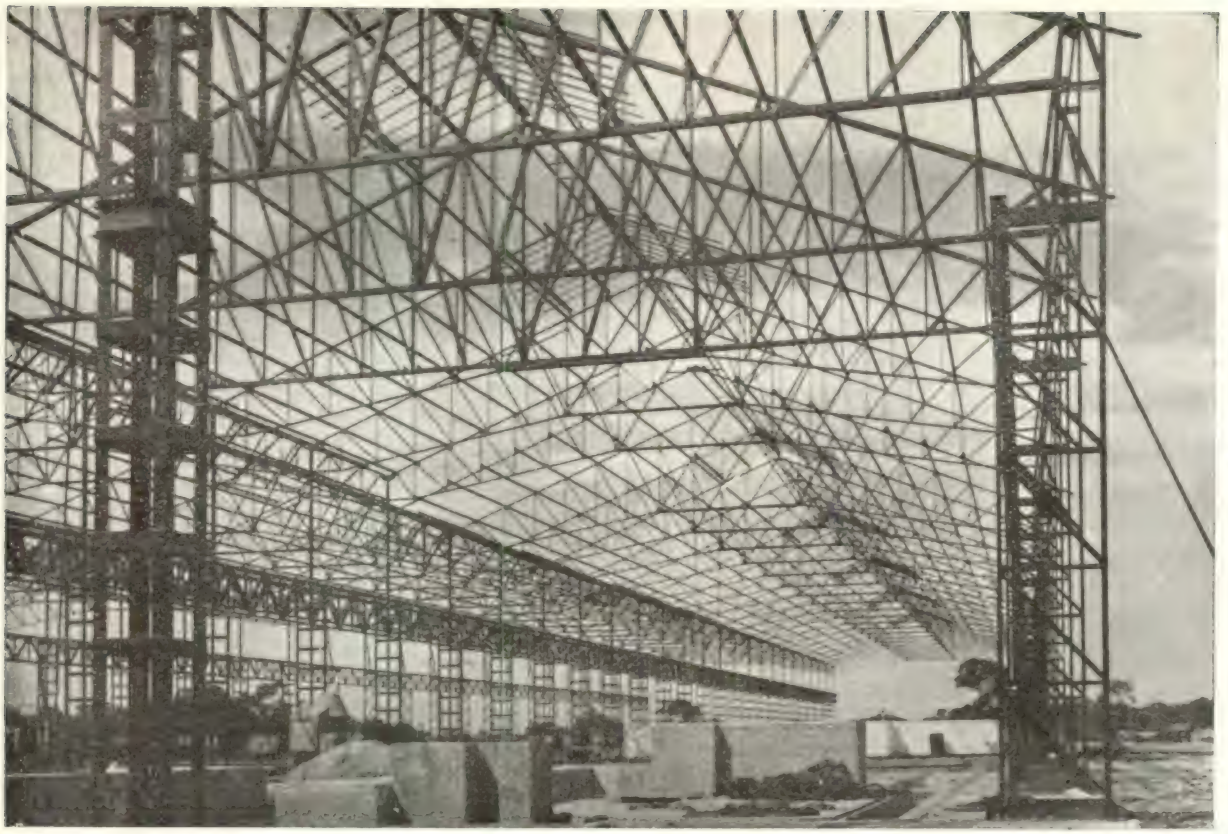
Techniques of flow visualization — A discussion of the fundamentals with examples of techniques used in reséarch — *E. Balint.*

Aircraft Engineering, 6-953, vol. 25, n.° 292, págs. 161-7.

C. D. 62/69 (46)

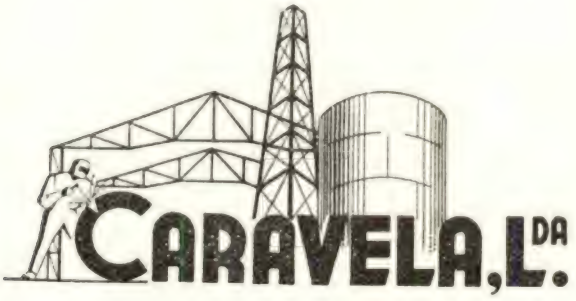
El progreso industrial de España y la participación montañesa — *Luis Maria Aldasoro Gurtubay.*

Dyna, 7-953, vol 28, n.° 7, págs. 213-6.



Vista da nave das máquinas das instalações da Lusalite em África
Executada pela Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, LTD.ª (Antiga OMES)

FÁBRICA METALURGICA E CONSTRUTORA



Nesta oficina executam-se também outros trabalhos; como:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede: Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10 — LISBOA

Telef. 399008 / 399480

C. D. 620.1

The reaction of metals to force — An examination of the fundamentals of resistance to stress, with particular reference to the importance of ductility — *P. C. Giles.*

Aircraft Engineering, 7-953, vol. 25, n.° 293, págs. 204-5.

C. D. 620.19 : 621.794

Protección catódica — *T. E. Nicholas.*

Dyna, 5-953, vol. 28, n.° 5, págs. 149-50.

Trans. de «Chemical Enginnering», 6/52.

C. D. 620.19 [669.144.24 + 669.144.3]

Ricerche sugli acciai inossidabili — Nota 3.ª: sulla passivitá degli acciai austeniciti 18-8 — *Antonio Ferri.*

La Metallurgia Italiana, 6-953, vol. 45, n.° 6, págs. 203-7.

20 refer. bibliogr.

C. D. 621:539.169

Applications de la radio-activité artificielle à l'électrotechnique et à la mécnique — *M. Ezran.*

Revue d'Électricité & de Mécanique, Abril-Maio-Junho de 1953, n.° 93, págs. 35-42.

C. D. 621.3.015.53 : 621.315.5.066.6

Initiation of discharges at electrical contacts — *Prof. F. LLewellyn Jones.*

The Proceedings of the Institution of Electrical Engineers, 7-953, vol. 100-I, n.° 124, págs. 169-173.

C. D. 621.3.066.6

The effect of inductance on fine transfer betwen platinum contacts — *Miss J. Warham.*

The Procedings of the Instution of Electrical Engineers, 7-953, vol. 100-I, n.° 124, págs. 163-168.

C. D. 621.311.21 (44)

Électricité de France. Région d'Équipement Hydraulique Nord. Usine d'Ottmarsheim

Revue d'Électricité & de Mécanique, Abril-Maio-Junbo de 1953, n.° 93, págs. 73-75.

C. D. 621.311.21.005 (44)

L'équipement électrique de la Centrale hydro-électrique du Chastang — *H. de Loye.*

Revue d'Électricité & de Mecanique, Abril-Maio-Junho de 1953, n.° 93, págs. 20-34.

C. D. 621.311.21.005 (65)

L'aménagement hydro-électrique de l'Oved Agrioun, en Algérie — *M. J. Vatrin.*

Revue d'Electricité & de Mécanique, Out.-Nov.-Dez. de 1952, n.° 91, págs. 17-32.

C. D. 621.313.047.5

The hear of carbon bruswes at high altitudes — *R. F. Sims.*

The Proceedings of the Institution of Electrical Engineers, 7-953, vol. 100-I, n.° 124, págs. 183-188.

C. D. 621.313.13 — 523.2 : 629.1 (44)

La commande automatique par contacteurs des éléments d'usinage L. S. L aux usines SIMCA à Nanterre.

Basse Tension, n.° 13, págs. 5-14.

C. D. 621.313.13 — 523 : 676.1

L'équipement automatique à contacteurs pour trituration de pâte à papier.

Basse Tension, n.° 13, págs. 15-21.

C. D. 621.314.2.015.3

Résistance aux surtencions des transformateurs à très haut tension — *A. Perrin.*

Revue d'Électricité & de Mécanique, Abril-Maio-Junoo de 1953, n.° 93, págs. 43-52.

C. D. 621.315.5.066.6

The behaviour of metallic contacts at low voltages in adverse environments — *Alan Fairweather.*

The Proceedings of the Institution of Electrical Engineers, 7-953, vol. 100-I, n.° 124, págs. 174-182.

C. D. 621.315.5.066.6

Long-life contacts for unidirectional currents of 1-20 Amperes. *A. L. Allen.*

The Proceedings of the Institution of Electrical Engineers, 7-953, vol. 100-I, n.° 124, págs. 158-162.

C. D. 621.316.5 061.44

Les disjoncteurs à soufflage magnétique pour réseaux à moyenne tension — *M. M. Perdlini.*

Revue d'Électricité & de Mécanique, Out.-Nov,-Dez. de 1952, n.° 91, págs. 33-46.

C. D. 621.332.3

Economic aspects of overhead equipment for D. C. rail way electrification — *O. J. Crompton & G. A. Wallace.*

The Proceedings of the Institution of Electrical Engineers, 7-953, vol. 100-I, n.° 124, págs. 133-153.

C. D. 621.335.2 : 621.33 (46)

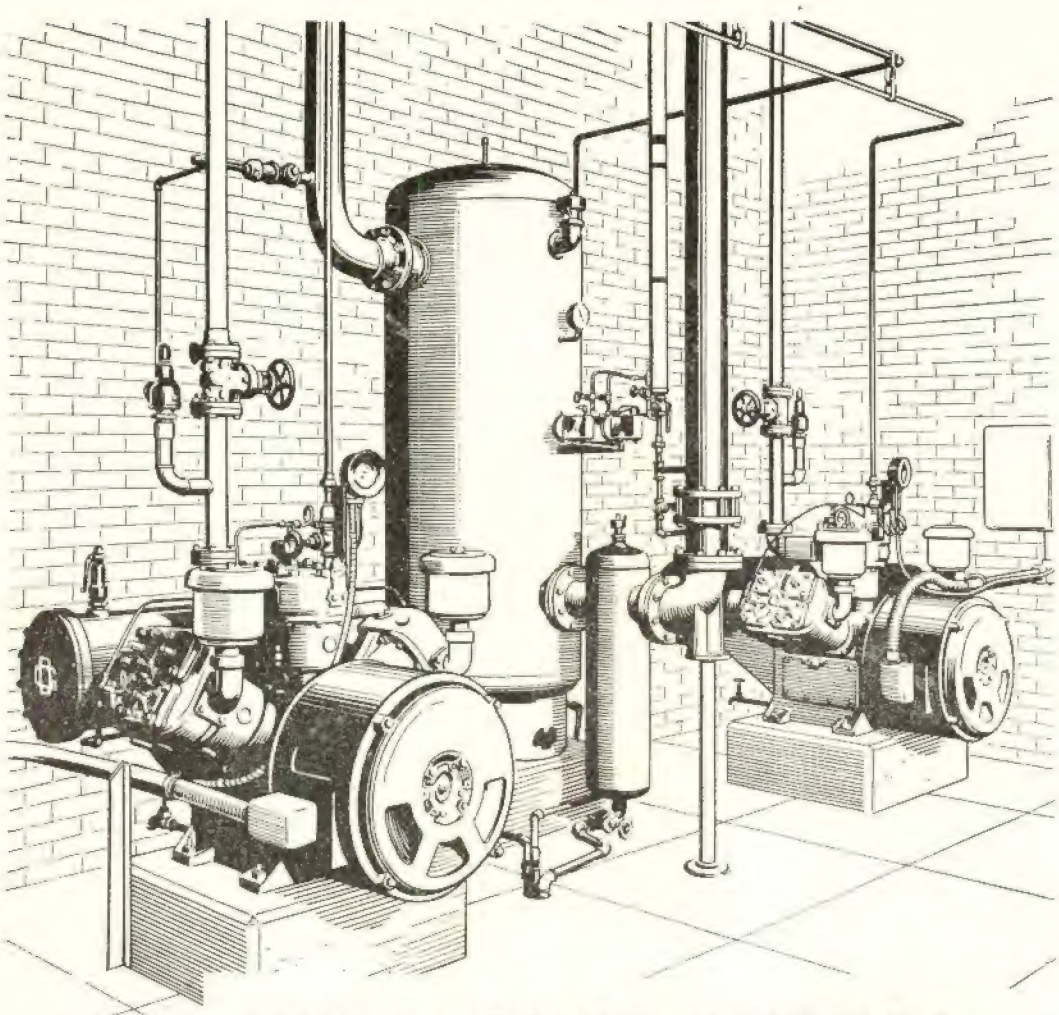
La Traction electrique sur les Chemins de Fer Espagnols — *M. M. Lasson & M. le Chevalier.*

Revue d'Électricité & de Mécanique, Out.-Nov.-Dez. de 1952, n.° 91, págs. 47-57.

C. D. 621.365.5 : 669.21 .23

Forns à induction à fréquence moyenne pour l'industrie des métaux précieux — *F. von Bruz.*

Revue Brown Boveri, 11-12-952, vol. 39, n.° 11-12, págs. 436-442.



POUPA ESPAÇO PRECIOSO

O Compressor de Ar Comprimido WB Gardner-Denver é concebido da forma mais sólida – ocupa pouco espaço – pode ser montado fácil e rápidamente em qualquer soalho sólido ou fundação simples.

Peça ao nosso representante para lhe dar explicações completas.

DESDE 1859

GARDNER-DENVER

Gardner-Denver Company, Export Division:
233 Broadway, New York 7, N. Y., U.S.A.
Gardner-Denver Company, Quincy, Illinois, U.S.A.

COMPRESSORES, BOMBAS E PERFURADORES DA MAIS ALTA QUALIDADE

REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA PORTUGAL:

CASTOR LAORDEN BESGA

Ad No. 42

16-C, RUA D. FILIPA DE VILHENA, 16-D • LISBOA

C. D. 621.397.5.002

Plus son image est fouillé, plus la télévision est couteuse — *Jean Villecresnes.*

Science et Vie, 8-953, n.º 431, págs. 125-36.

C. D. 621.436 : 656.6 : 621.313.333

Accouplements asynchrones — Application à la propulsion des navires — *M. P. Zilber, ing. I. E. N.*

Revue d'Électricité & de Mécanique, Out.-Nov.-Dez. de 1952, n.º 91, págs. 1-8.

C. D. 621.438 — 201

Efficiency and drag of an axial-flow compressor stage — *J. M. Stephenson.*

Aircraft Engineering, 6-953, vol. 25, n.º 292, págs. 158-60.

C. D. 621.438.002

Armstrong Siddeley's Viper.

The Aeroplane, 31-7-953, vol. 85, n.º 2193, págs. 139-44.

C. D. 621.438.002

More about engines at Paris.

The Aeroplane, 10-7-953, vol. 85, n.º 2190, págs. 43-6.

C. D. 621.438.00.45

The repair and overhaul of gas turbines — *S. M. Saeed.*

Aircraft Engineering, 7-953, vol. 25, n.º 293, págs. 200-1.

C. D. 621.77 : 669.245

Le filage à chaud des alliages à haute teneur en nickel et des aciers.

Revue du Nickel, Julho-Set. de 1953, vol. 19, n.º 3, págs. 66-9.

C. D. 621.78.002.5

Heat-treatment furnace developments.

Metallurgia, 5-953, vol. 47, n.º 283, págs. 247-62.

C. D. 621.794 : 669.18

L'acier plus dur que jamais grâce à la nitruration — *Roger Simonet.*

Science et Vie, 8-953, vol. 84, n.º 431, págs. 119-22.

C. D. 629.113 — 592.117

Quels que soient le parcours, la pente ou la vitesse, le frein a disque garde son efficacité — *Paul Colbert.*

Science et Vie, 8-953, vol. 84, n.º 431, pág. 142-7.

C. D. 629.135.1

The Slingsby Sky high-performance sailplane — *J. R. Reussner.*

Aircraft Engineering, 6-953, vol. 25, n.º 292, págs. 168-71.

C. D. 629.135.4

Le «farfadet» — Premier avion «combiné» répondant aux nécessités aériennes européennes — *Camille Rougeron.*

Science et Vie, 8-953, vol. 84, n.º 431, págs. 198-200.

C. D. 631.87 : 553.97.004

Fertilizantes de turba — *Luis Adelantado Fernandez.*

Revista Industrial y Fabril, 7-953, vol. 8, n.º 82, págs. 394-8.

C. D. 658.1 : 658.3

Principios Generales de Organizacion y Direccion de Emprezas — *Noriega, Manuel Pinto.*

Anales de Mecânica y Electricidad, Março-Abril e Maio-Junho, vol. 29, n.ºs 2 e 3, págs. 19-87 e 131-140.

C. D. 661.752.004

Introducción a la quimica del carburo de cálcio — *A. G. Garcia-Gutiérrez.*

Ion, 6-953, vol. 13, n.º 143, págs. 321-31.

C. D. 662.998 : 66 + 536.2

Los aislantes térmicos en la industria quimica — *Pedro López Gómez.*

Ion, 8-953, vol. 13, n.º 145, págs. 457-67.

C. D. 664.36.001

Preparación de grasas para margarinas y usos comestibles — *Ramon Guasch Gil.*

Revista Industrial y Fabril, 7-953, vol. 8, n.º 82, págs. 405-11.

C. D. 665.5.004

La quimica del petróleo, agente de una revolución pacifica.

Revista Industrial y Fabril, 6-953, vol. 8, n.º 82, págs. 412-6.

Trad. de «The Lamp», Junho e Setembro de 1951.

C. D. 666.3.03.001.5

Colores e opacificantes cerámicos — I - Colorantes rosa de cromo e manganeso — *A. B. Monzó e F. C. Landete.*

Ion, 7-953, vol. 13, n.º 144, págs. 383-91.

26 refer. bibliogr.

C. D. 666.59 : 536.4

La resistencia de la porcelana de laboratorio a los cambios de temperatura y los métodos para su medida — *A. G. Biemond.*

Ion, 6-953, vol. 13, n.º 143, págs. 341-3.

C. D. 666.76.022.6

Importanza di una razionale miscela nella preparazione delle masse per refrattari e prodotti ceramici — *Willy Eirich.*

La Metallurgia Italiana — Atti Notizie, 6-953, vol. 45, n.º 6, págs. 181-2.

FABRICADO NOS SEGUINTES TIPOS:

"O"=28-30% PbO_2 "AC"=30-32% PbO_2 "NS"=33% PbO_2

- TODOS OS TIPOS OBEDECEM RIGOROSAMENTE ÀS ESPECIFICAÇÕES INTERNACIONAIS
- FABRICAÇÃO UNIFORME • EMBALAGENS DE: 50-100 E 250 Kgrs.

FABRICO ELECTRO-QUIMICO
DA
METAL PORTUGUESA, L.DA

SEDE E FA'BRICAS
CASTANHEIRA DO RIBATEJO

ESCRITÓRIOS EM LISBOA
AV. 24 DE JULHO, 54 1.º ESQ.

A' VENDA NOS GRANDES ARMAZENISTAS E REVENDEDORES DE DROGAS

C. D. 666.94.022.7

Experiencias sobre la homogenización del material crude por vía seca — *José M. Balaguer.*

Cemento-Hormigón, 7-953, vol. 19, n.º 232, págs. 221-6.

C. D. 667.213 : 661.85/8

Los metales trivalentes en la tintura (teoría y análisis) — *J. Navarro.*

Afinidad, 5-6-953, vol. 30, n.ºs 125-6, págs. 85-9.

C. D. 667.622.3

Le latex de polystyrène dans l'industrie des peintures — *L. Berthelot.*

Industrie des Plastiques Modernes, 4-953, vol. 5, n.º 4, pág. 27.

C. D. 667.622.359

Nuevos produtos fluorescentes y sus aplicaciones — *A. E. Williams.*

Revista Industrial y Fabril, 5-953, vol. 8, n.º 80 págs. 313-4.

Trans. de «The Chemical Age», 20-12-952.

C. D. 668.19.04

Detergentes sintéticos

Revista Industrial y Fabril, 6-953, vol. 8, págs. 365-7,

Trans. de Atomes, Março, 1953.

C. D. 669.018.21.004

Recenti progressi nelle applicazioni delle leghe leggere — *Carlo Panseri.*

La Metallurgia Italiana, 7-953, vol. 45, n.º 7, págs. 253-60.

C. D. 669.044 : 549.617

Arc-melting of non-metallic material sand a re-determination of the beryllia-thoria system — *G. A. Geach e M. E. Harper.*

Metallurgia, 5-953, vol. 47, n.º 283, págs. 269-71.

C. D. 669.1 : 66.013

Integrated plant in operation at Shotton.

Metallurgia, 5-953, vol. 47, n.º 283, págs. 237-42.

C. D. 669.14.018.8 : 66

Soldadura de los aceros inoxidables — *Luis Jansana.*

Afinidad, 5-6-953, vol. 30, n.º 125-6, págs. 98-103.

C. D. 669.144 : 546.17

Acciai da utensili legati com azoto — *S. L. Case.*

La Metallurgia Italiana, 5-953, vol. 45, n.º 6, págs. 221-3.

Retrans. de «The Iron Age» 6-11-952.

C. D. 669. 144 . 546.18)002

La fosfatazione e il suo controllo — *R. J. Brown.*

La Metallurgia Italiana, 6-953, vol. 45, n.º 6, págs. 223-5.

Trans. de «Metal Industry» 13-2-953.

C. D. 669.144.9.781.001.5

Studio sulla sostituzione di correttivi mediante boro negli acciai da comentazione e da bonifica — *R. Scherer e K. Bungardt e E. Kunze.*

La Metallurgia Italiana, 7-953, vol. 45, n.º 7, págs. 261-5.

C. D. 669.178 (485)

Produzione ella spunga di ferro secondo el sistema Wiberg-Söderfors — *J. Stalhed e B. Kalling.*

La Metallurgia Italiana, 6-953, vol. 45, n.º 6, págs. 218-21.

Trans. de Steel, 18-9-49 e de Stahl. u Eisen, 24-4 952.

C. D. 669.18 : 669.094.2

Sull'uso dei mezzi di carburazione, in special modo carburite, per la produzione di acciaio — *Ernest Plettinger.*

La Metallurgia Italiana — Atti Notizie, 6-953, vol. 45, n.º 6, págs. 171-6.

10 refer. bibliogr.

C. D. 669.187 : 620.17

Sul confronto di alcune caratteristiche fra acciaio decarburato con ossigeno e con scaglia di laminatoio — *Luciano Piana.*

La Metallurgia Italiana, 6-953, vol. 45, n.º 6, págs. 212-7.

C. D. 669.187.001.5 : 669.183.3

L'esperieza della Cockerill Companie (Belgio) sul proceso Perrim — *J. Janvier ; M. Nepper e J. Levaux.*

La Metallurgia Italiana, 7-953, vol. 45, n.º 7, págs. 265-6.

Trans. de «Proccedings of the First World Metallurgical Congress».

C. D. 669.3.779 001.5

Embrittlement of low-phosphorus phosphorus «deoxidised» coppers — *B. T. Houlden e W. A Baker.*

Metallurgia, 5-953, vol. 47, n.º 283, págs. 223-8.

C. D. 669.71.001/5

Attualità nel campo della produzione dell'alluminio — *R. Carmina.*

La Metallurgia Italiana, 7-953, vol. 45, n.º 7, págs. 242-52.

C. D. 677.064 : 679.564

Inarrugables urea-formol — *Eduardo Márques Alier.*

Afinidad, 5-6-953, vol. 30, n.º 125-6, págs. 106-10.

C. D. 677.3.021.3.001.4

Notas sobre el lavado de la lana con detergentes no ionógenos — *Luis Mauri.*

Ion, 7-953. vol. 13, n.º 144, págs. 392-7.

43 refer. bibliogr.

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

VOL. XV

N.os 225 A 234

OUTUBRO DE 1952 A JULHO DE 1953

Índice por assuntos dos artigos publicados

Artigo	N.º	Data	Pág.
Moral. Ética			C. D. 17
A disciplina do trabalho intelectual	230	3-53	329
Eng. Luis A. de Almeida Alves			
Economia Política			C. D. 33
O Engenheiro perante o problema económico industrial português . .	232	5-53	445
Eng. João Carlos Adrião de Sequeira			
A estabilidade da estrutura técnica	225	10-52	1
Eng. Luis A. de Almeida Alves			
Fomento	227	12-52	141
Idem	228	1-53	205
Idem	229	2-53	275
Fomento no Ultramar	229	2-53	289
Ensino			C. D. 37
Alunos que terminaram o curso em 1951-1952	231	4-53	440
Matemática			C. D. 51
Uma generalização da série de Fourier	228	1-53	201
Doutor Mira Fernandes			
A integração da «Equação do calor»	234	7-53	599
Eng. Luis A. de Almeida Alves			
Nomograma para o cálculo de secções de betão armado	230	3-53	370
Do Mundo Técnico			
Resolução de sistemas de equações lineares por aproximações sucessivas	233	6-53	573
Do Mundo Técnico			
Resolução de equações lineares pelo método de Cross	230	3-53	365
Do Mundo Técnico			
Sobre a composição de ensaios de qualidade	225	10-52	43
Gustavo de Castro e *Eng. Afonso Rodrigues J. Fernandes*			
			C. D. 531.7
Medidas de grandezas fundamentais geométricas e mecânicas			
Determinação de tensões com vernizes frágeis.	231	4-53	423
Eng. Joaquim Laginha Serafim			
Fluidos em geral. Hidráulica			C. D. 532
Amplitude das oscilações não amortecidas nas chaminés de equilíbrio com estrangulamento.	227	12-52	192
Do Mundo Técnico			
Aplicação do gráfico de Leach . . .	230	3-53	349
Eng. Baptista Júnior			
A Divisão de Hidráulica do Laboratório Nacional de Engenharia Civil	226	11-53	63
Eng. Fernando Manzanares Abecasis			
Estabilidade de duas câmaras de equilíbrio respectivamente solidárias das galerias de chegada e de fuga	232	5-53	481
Profs. L. Escande e *R. Huron*			
Estudo das condições de afogamento de uma galeria de desvio	225	10-52	51
Eng. Armando Coutinho Lencastre			
Nota ao artigo «Aplicação do gráfico de Leach»	233	6-53	564
Eng. Fernando Manzanares Abecasis			
Vibrações. Ondulações. Acústica			C. D. 534
A análise do som metálico como método de contrôle de materiais . . .	228	1-53	253
Do Mundo Técnico			
A transmissão do som em edifícios de tijolo	226	11-52	131
Do Mundo Técnico			
Calor. Termodinâmica			C. D. 536
Coeficiente de transmissão nos condensadores tubulares horizontais — Correcção da fórmula de Nusselt	226	11-52	134
Do Mundo Técnico			
Electricidade			C. D. 537
Efeito de pele	227	12-52	151
Eng. António de Carvalho Fernandes			
Química			C. D. 543
Emprego de permutites orgânicas na análise corrente das águas (Notas de laboratório).	226	11-52	73
Eng. A. Herculano de Carvalho			
Ciências geológicas e geofísicas			C. D. 553
Algumas disponibilidades em matérias-primas minerais na Metrópole	232	5-53	463
Eng. João Lopes Guimarães dos Santos			
Engenharia			C. D. 62
O Engenheiro na hora actual — Formação e Mentalidade	227	12-52	137
Eng. Alberto Abecasis Manzanares			
Formação do Engenheiro Mecânico .	231	4-53	383
Dr. Abram Droz			
A responsabilidade na hierarquia técnica	228	1-53	197
Eng. Luis A. de Almeida Alves			
Vigas curvas	228	1-53	254
Do Mundo Técnico			

Artigo	N.º	Data	Pág.
			C. D. 621.1
Produção, distribuição e utilização do vapor			
Coef. de transmissão nos condensadores tubulares horizontais . . .	226	11-52	134
Do Mundo Técnico			
Electrotecnia geral			C. D. 621 31
Alguns problemas da repartição de cargas na Rede Eléctrica Nacional — O primeiro ano de actividade do Repartidor Nacional de Cargas . .	225	10-52	7
Idem	226	11-52	77
Eng. Fernando Ivo Gonçalves			
Evolução das aplicações domésticas da electricidade de 1938 a 1950 . .	229	2-53	259
Eng. José A. Machado Vaz			
Inauguração da Central de Castro . .	228	1-53	252
Do Mundo Técnico			
Um problema aparentemente simples mas pouco conhecido: A distribuição em baixa tensão	233	6-53	513
Eng. Paulo de Barros			
Tracção e locomoção eléctricas			C. D. 621.33
Tracção eléctrica em corrente alterna	233	6-53	565
Eng. José Pedro Yglesias de Oliveira			
			C. D. 621.39
Comunicações a distância pela electricidade			
A modulação em delta	225	10-52	57
Do Mundo Técnico			
Motores de combustão interna			C. D. 621.43
Estudo do rotor duma turbina a gás	230	3-53	333
Eng. José Henrique Arandes			
Posição actual das Turbinas de Gás	229	2-53	299
Eng. José Henrique Arandes			
Turbina de gás — Influência da presença dos gases queimados no seio do ar	232	5-53	509
Eng. José Henrique Arandes			
			C. D. 621.5
Energia pneumática (produção, distribuição e utilização)			
Arrefecimento de líquido em regime variável	227	12-52	193
Do Mundo Técnico			
			C. D. 621.9
Máquinas ferramentas e operações fundamentais			
Corte de Metais — Novo sistema de arrefecimento e lubrificação . . .	228	1-53	251
Do Mundo Técnico			
Uma nova teoria da moagem	229	2-53	326
Do Mundo Técnico			
A soldadura automática — Processo Unionmelt	228	1-53	227
Eng. José Pedro Norton de Sousa Pires			
Pontes, túneis, viadutos e construções			C. D. 624
Cálculo expedito de tensões de segurança e de assentamentos de fundações	226	11-52	125
Eng. Úlpio do Nascimento			
Capillarity and soil cohesion	233	6-53	551
Eng. Úlpio do Nascimento			
Determinação do grau de encastramento dos maciços de fundação .	230	3-53	357
Eng. Úlpio do Nascimento			
Outro caso de ataque do «teredo» . .	230	3-53	361
Eng. Raul da Silva Marques			
Similarity conditions in model studies of soil mechanics problems . . .	232	5-53	491
Eng. Manuel Rocha			
Some results of settlements observations in actual structures and in models	233	6-53	545
Eng.os Manuel Rocha e José Folque			
Técnica das vias de comunicação			C. D. 625
Combóios de luxo de construção suiça em circulação no México . .	229	2-53	321
Construção Hidráulica em geral			C. D. 626/7
Alguns elementos sobre o aproveitamento hidroeléctrico das Mabubas, em Angola	234	7-53	615
Eng. Bettencourt Fernandes Moreno			
Comando Hidráulico de comportas .	231	4-53	391
Eng. Luciano de Faria			
Dimensionamento das descargas de fundo	227	12-52	185
Eng. Baptista Júnior			
Engenharia Sanitária. Esgotos			C. D. 628
Método do volume de armazenamento no cálculo de redes de esgotos . .	228	1-53	239
Idem	229	2-53	305
Eng. Armando Coutinho Lencastre			
			C. D. 629-1
Locomoção. Indústria dos Transportes			
A indústria da construção naval em Portugal	234	7-53	585
Eng. Vasco José Taborda Ferreira			
Organizações comercial e industrial			C. D. 658
A estabilidade da estrutura técnica . .	225	10-52	1
Eng. Luís A. de Almeida Alves			
Química industrial			C. D. 66
Cianamida Cálcica (Novas Realizações Nacionais)	227	12-52	157
Eng. Manuel Chagas Roquette			
Desestanhamento electrolítico — Ensaios-Piloto	231	4-53	411
Eng. Manuel Chagas Roquette			
Ferro fundido com grafite esferoidal	226	11-52	130
Do Mundo Técnico			
Notas sobre combustíveis nacionais .	234	7-53	577
Eng. A. Herculano de Carvalho			
O processo Basset na produção de gusa em forno rotativo	229	2-53	324
Do Mundo Técnico			
Recuperação do calor latente de fornos industriais	230	3-53	379
Do Mundo Técnico			
Indústrias diversas. Manufacturas			C. D. 67
A celulose indústria base	233	6-53	527
Eng. Eduardo Rodrigues de Carvalho			
Construção de edifícios			C. D. 69
Colcreto.	234	7-53	607
Eng. Baptista Júnior			
Perspectivas da pré-fabricação na construção de habitações	227	12-52	171
Eng. Ruy José Gomes			